

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-218157

[ST.10/C]:

[JP2002-218157]

出 願 人

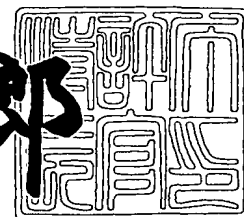
Applicant(s):

株式会社ニコン

2003年 6月10日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3045200

【書類名】 特許願

【整理番号】 01-01499

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン  
                                内

    【氏名】 西 健爾

【特許出願人】

    【識別番号】 000004112

    【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

    【識別番号】 100102901

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 立石 篤司

    【電話番号】 042-739-6625

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 053132

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9408046

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 防振装置、ステージ装置及び露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体を保持する保持部材と；

前記保持部材を内部気体の圧力により重力方向に支持する第 1 気体室と；

前記第 1 気体室に連通されるとともに前記第 1 気体室よりも小さい内容積を有した第 2 気体室と；

前記第 2 気体室の内容積を変化させて前記第 1 気体室の内容積を変化させる可動装置と；

前記第 1 気体室と前記第 2 気体室との少なくとも一方の状態変化に基づいて、前記可動装置を駆動して前記保持部材の前記重力方向の位置を調整する調整装置と；を備えることを特徴とする防振装置。

【請求項 2】 前記調整機構は、前記可動装置を駆動する電磁アクチュエータを有していることを特徴とする請求項 1 に記載の防振装置。

【請求項 3】 前記可動装置は、前記物体よりも軽量の重り部材を有していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の防振装置。

【請求項 4】 前記第 2 気体室は、円筒状の第 1 シリンダと、該第 1 シリンダの内周面に沿って移動する前記可動装置によって形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 5】 前記調整装置は、前記第 2 気体室の前記内部気体の圧力に抗する気体の圧力により前記可動装置を駆動する気体圧力駆動機構を有することを特徴とする請求項 4 に記載の防振装置。

【請求項 6】 前記可動装置は、前記第 1 シリンダの内周面に沿って移動する部分とは反対側の端部にピストン部を有し、

前記気体圧力駆動機構は、前記ピストン部が内周面に沿って移動する第 2 シリンダと、前記ピストン部と前記第 2 シリンダとによって形成される気体室内に気体を供給する気体供給機構とを有することを特徴とする請求項 5 に記載の防振装置。

【請求項 7】 前記第 2 シリンダは前記第 1 シリンダに接続されていること

を特徴とする請求項 6 に記載の防振装置。

【請求項 8】 前記可動装置は、気体静圧軸受けを介して移動することを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 9】 前記第 1 気体室は、ベース部材に支点を中心に傾倒可能に取り付けられた筒状体と、該筒状体の内面側及び外面側のいずれかに所定の空隙を介して配置され、前記筒状体に沿ってスライド可能に設けられるとともに内部底面が前記気体の圧力を受ける受圧面とされた筒状体から成る前記保持部材とを含んで構成され、前記保持部材は前記物体に対して起伏方向の回動を許容した状態で連結されていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 10】 前記筒状体及び前記保持部材のうちの内周側に位置する筒状体の周壁には、前記第 1 気体室から前記空隙に至る微小開口が周方向に所定間隔で複数形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の防振装置。

【請求項 11】 前記第 1 気体室は、上面が開口したハウジングと、該ハウジングの開口端部に第 1 の弾性部材を介して接続された前記保持部材とによって区画されていることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 12】 前記ハウジングの底壁は、所定のクリアランスを介して対向する第 1 底壁部材と第 2 底壁部材と、これら両底壁部材相互間を接続するとともに前記クリアランスを維持する環状の弾性部材とを含んで構成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の防振装置。

【請求項 13】 前記ハウジングの底壁は、中央部に開口を有する棒状部材と、該棒状部材の底面側に所定のクリアランスを介して対向して配置された板状部材と、前記棒状部材と前記板状部材との間に設けられ、前記所定のクリアランスを維持する気体静圧軸受け装置とを含んで構成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の防振装置。

【請求項 14】 前記保持部材は、前記ハウジングの前記開口端部に前記第 1 の弾性部材を介して吊り下げ支持状態で接続された段付き筒状の第 1 部材と、該第 1 部材の底部開口部に環状の第 2 の弾性部材を介して接続され、下端に前記

第 1 気体室内の内部気体の圧力を受ける受圧部を有する第 2 部材とを含んで構成され、

前記第 2 部材は、前記ハウジングの外部で前記物体を保持する保持部と、前記受圧部と、該受圧部と前記保持部とを接続する前記第 1 部材の内部に挿入された上下方向に延びる軸部とを有することを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 1 5】 前記第 1 部材は、前記受圧部に前記第 2 の弾性部材を介して接続され、前記受圧部とともに前記気体の圧力により浮上支持された第 1 筒状部材と、該第 1 筒状部材の上端面に所定のクリアランスを介して対向する下端面を有し、上端部が前記ハウジングの前記開口端部に前記第 1 の弾性部材を介して接続された第 2 筒状部材とから構成されていることを特徴とする請求項 1 4 に記載の防振装置。

【請求項 1 6】 前記第 1 部材は、前記受圧部に前記第 2 の弾性部材を介して接続され、前記受圧部とともに前記気体の圧力により浮上支持された第 1 筒状部材と、該第 1 筒状部材の内周面及び外周面のいずれかの一部に所定のクリアランスを介して対向し、上端部が前記ハウジングの前記開口端部に前記第 1 の弾性部材を介して接続された第 2 筒状部材とから構成されていることを特徴とする請求項 1 4 に記載の防振装置。

【請求項 1 7】 前記第 1 筒状部材及び前記第 2 筒状部材のうち外周側に位置する一方の筒状部材には、他方の筒状部材に対向する位置に壁を貫通する状態で微小開口が形成されていることを特徴とする請求項 1 6 に記載の防振装置。

【請求項 1 8】 上面が開口したハウジングと；

前記ハウジングの前記開口端部に環状の第 1 の弾性部材を介して支持された上下方向に延びる第 1 筒状体と；

前記第 1 筒状体の内側及び外側のいずれかに所定の空隙を介して配置され、前記第 1 筒状体に対して相対的にスライド可能な第 2 筒状体と；

前記第 2 筒状体の下端に環状の第 2 の弾性部材を介して接続され、前記ハウジング、前記第 1 の弾性部材、前記第 1 筒状体及び前記第 2 の弾性部材とともに気体室を区画する受圧部を下端に有し、該受圧部の底面に作用する前記気体室内の

気体圧力により浮上支持され、上端部が前記ハウジング外部で前記物体を下方から支持する支持部とされた揺動部材と；を備えることを特徴とする防振装置。

【請求項 1 9】 前記第 1 及び第 2 筒状体のうち外周側に位置する筒状体には、前記気体室と前記空隙とを連通する微小開口が周方向に沿って所定間隔で形成されていることを特徴とする請求項 1 8 に記載の防振装置。

【請求項 2 0】 前記第 1、第 2 筒状体は、ともに円筒部材から成り、  
前記第 1 筒状体の上端の一侧と他側に架設された第 1 支持部材と、前記ハウジングの開口端部の一侧と他側に架設され、前記支持部材の中央を下方から支持する支持点を有する支持アームと、前記支持点で前記第 1 支持部材と一体的に前記第 1 筒状体を回転のみ許容した状態で前記支持アームに対して連結する連結機構とを含む第 1 の支持機構と；

前記第 2 筒状体の内部に架設された第 2 支持部材と、該第 2 支持部材の中央の連結点で前記揺動部材の受圧部を回転のみ許容した状態で前記第 2 支持部材に連結する連結機構とを含む第 2 支持機構と；を更に備えることを特徴とする請求項 1 8 又は 1 9 に記載の防振装置。

【請求項 2 1】 前記連結点は、前記第 2 の弾性部材の回転中心に一致する位置に設定されていることを特徴とする請求項 2 0 に記載の防振装置。

【請求項 2 2】 前記支持アームと前記第 1 支持部材との間に、前記支持アームに対する前記第 1 筒状体の回転を抑制する方向に前記支持アームを付勢する弾性付勢部材を設けたことを特徴とする請求項 2 1 に記載の防振装置。

【請求項 2 3】 前記気体室に連通されるとともに前記気体室より小さい内容積を有し、一部を構成する可動装置の変位により前記内容積が可変とされた別室を含み、前記可動装置の変位に応じた前記別室及びこれに連通する前記気体室の内容積の変位により、前記揺動部材の重力方向の位置を調整する調整装置；を更に備えることを特徴とする請求項 1 8 ～ 2 2 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 2 4】 前記別室は、円筒状のシリンダと、該シリンダの内周面に沿って移動する前記可動装置によって形成されていることを特徴とする請求項 2 3 に記載の防振装置。

【請求項 2 5】 前記可動装置は、前記物体よりも軽量の重り部材を有していることを特徴とする請求項 2 3 又は 2 4 に記載の防振装置。

【請求項 2 6】 前記調整装置は、前記可動装置を駆動する電磁アクチュエータを有することを特徴とする請求項 2 3 ～ 2 5 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 2 7】 所定方向に移動可能なステージと；

前記ステージの上方に配置されたテーブルと；

前記ステージ上で前記テーブルを保持する請求項 9 又は 1 0 に記載の防振装置を含む少なくとも 3 つの防振装置と；を備えることを特徴とするステージ装置。

【請求項 2 8】 前記各防振装置は、請求項 9 又は 1 0 に記載の防振装置のいずれかであることを特徴とする請求項 2 7 に記載のステージ装置。

【請求項 2 9】 前記テーブルを水平面内で微小駆動する第 1 の微小駆動機構と；

前記テーブルを前記水平面に直交する方向及び水平面に対する傾斜方向へ微小駆動する第 2 の微小駆動機構と；を更に備えることを特徴とする請求項 2 7 又は 2 8 に記載のステージ装置。

【請求項 3 0】 エネルギービームにより感光物体を露光して前記感光物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、

前記露光が行われる露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分を少なくとも 3 点で保持する請求項 1 ～ 8、1 1 ～ 2 6 のいずれか一項に記載の防振装置を含む少なくとも 3 つの防振装置を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 3 1】 前記露光装置本体は、前記パターンが形成されたマスクを保持するマスクステージと、前記感光物体が載置される物体ステージと、前記マスクステージの移動面が形成されたマスクステージベースと前記マスクステージの移動面が形成された物体ステージベースとを含むボディを有し、

前記ボディの一部又は全体が前記防振装置によって保持されていることを特徴とする請求項 3 0 に記載の露光装置。

【請求項 3 2】 前記露光装置本体は、前記マスクを介した前記エネルギービームを前記感光物体に投射する投影光学系を有し、該投影光学系は前記防振装置

によって保持されていることを特徴とする請求項 3 0 又は 3 1 に記載の露光装置

【請求項 3 3】 前記マスクステージと物体ステージとの少なくとも一方が、請求項 2 7 ～ 2 9 のいずれか一項に記載のステージ装置によって構成されていることを特徴とする請求項 3 0 ～ 3 2 のいずれか一項に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、防振装置、ステージ装置及び露光装置に係り、更に詳しくは物体を保持するとともに、その振動を抑制する防振装置、該防振装置を備えるステージ装置及び露光装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、半導体素子、液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下「レチクル」と総称する）に形成されたパターンを投影光学系を介してレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、「ウエハ」と総称する）上に転写するステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（いわゆるステッパ）や、このステッパに改良を加えたステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ）等の逐次移動型の投影露光装置が主として用いられている。

【0 0 0 3】

この種の露光装置では、投影光学系と、ウエハ及びレチクルとの位置関係が最も重要であり、露光性能を決定する主要因となる。このため、ステッパ、スキャニング・ステッパのいずれであっても、投影光学系とレチクルが載置されるレチクルステージやウエハが載置されるウエハステージとの間の位置関係を光学的な位置センサ（例えば干渉計や同期検波式光学系等）で計測し、この計測結果に基づいて高い精度でレチクルとウエハとの位置合わせを行うようになっている。

【0 0 0 4】

上記の高精度な位置合わせを実現するためには、投影光学系、ウエハステージ



、レチクルステージに伝達される振動成分を振動源から隔離する必要がある。振動要因（振動源）としては、a. 露光装置が設置されるクリーンルーム床面の暗振動（微振動）、b. 露光装置内のステージの駆動に伴う反力が床に伝達され、特に床剛性が弱い場合に、その反力が床面を振動させ、その振動が床面から露光装置に戻って露光装置の振動要因となる、いわゆる戻り振動、c. レチクルステージあるいはウエハステージの駆動時に生じる反力がそれらのステージのガイド面が形成された定盤を振動させ、その振動が露光装置のボディを介して投影光学系に伝達される振動及びステージに接続されているケーブルや配線等からの振動などがある。

## 【 0 0 0 5 】

露光装置では、上記の各種振動が投影光学系、ウエハステージ及びレチクルステージに伝達されるのを防止あるいは抑制するため、ボディの各部が防振機構によって支持されている。防振機構は、その支持対象物を3ないし4点で支持している場合が多く、例えば露光装置自体を支持する防振機構の場合、床に対して6自由度方向（X、Y、Z、 $\theta_z$ 、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ ）に関して防振効果を発揮することが望ましい。その理由は、床や装置自体を剛体でなく弾性体として捉えた場合、振動方向が所定の方角であっても、その振動モードによっては、色々な方角への振動に変換される可能性があるためである。

## 【 0 0 0 6 】

図17（A）には、従来の防振装置の一例が概略的に示されている。この図17（A）に示される防振装置931は、支持対象物OBを支持するエアクッション部951と、支持対象物OBを重力方向（図17（A）における紙面内上下方向）に高応答で微小駆動可能な微小駆動部976とを備えている。

## 【 0 0 0 7 】

前記エアクッション部951は、上部に開口を有するハウジング961と、ハウジング961の前記開口を塞ぐ状態で設けられ、前記支持対象物OBを保持する保持部材962と、前記ハウジング961と保持部材962とに接続され、これらハウジング961及び保持部材962とともにほぼ気密状態の気体室969を形成するダイヤフラム963と、前記気体室969の内部に充填された気体、

例えば空気の圧力を調整する電磁レギュレータ 9 5 5 とを備えている。

【 0 0 0 8 】

また、前記微小駆動部 9 7 6 は、支持対象物 O B に直接取り付けられた可動子 9 7 4 a と、該可動子 9 7 4 a との間で電磁相互作用を行い支持対象物 O B を重力方向に駆動する電磁力を発生する固定子 9 7 4 b とを有するボイスコイルモータ 9 7 4 と、該ボイスコイルモータ 9 7 4 に駆動電流を供給する電流供給源 9 7 5 とを備えている。

【 0 0 0 9 】

このように構成される防振装置 9 3 1 では、例えば支持対象物 O B 上に配置されるステージの移動に伴ない偏荷重が生じた場合、不図示の変位センサ（例えば前述の光学的な位置センサなど）の出力に応じ不図示の圧力センサの計測値に基づいて電磁レギュレータ 9 5 5 が制御され、気体室 9 6 9 内の気体、例えば空気の圧力制御が行われる。但し、気体室内の気体の内圧は高いため、制御応答が 2 0 H z 程度しか確保できないので、高応答の制御が必要な場合には、不図示の加速度計などの出力に応じてボイスコイルモータ 9 7 4 を制御する必要がある。勿論、床振動などの微振動は、エアクッション部 9 5 1 の空気ばねによって除振される。

【 0 0 1 0 】

図 1 7 ( B ) には、内部に気体室を形成する金属ベローズがエアクッション部 9 5 1 ' に用いられた防振装置 9 3 1 ' が示されている。このような構成を採用した場合においても、構造物が比較的軽い物であれば、図 1 7 ( A ) の防振装置 9 3 1 と同様に支持対象物 O B の制振・除振が効果的に行われることとなる。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

しかるに、露光装置のフットプリントを低減し、あるいはコストの低減を図るなどのためには、防振装置の小型化、特にエアクッション部の小型化を実現する必要がある。しかしながら、図 1 7 ( A ) の装置の場合、例えば図 1 8 ( A ) に示される防振装置 9 3 1 ' のようにハウジング 9 6 1 に比べて高さの低いハウジング 9 6 1 ' を用いることによって内部容積の小さな気体室 9 6 9 ' を形成する

と、コンパクトな防振装置となるが、空気ばねとしての剛性が高くなるので、床からの振動が支持対象物 O B に伝達され易くなってしまい、除振性能が低下する。一方、図 1 8 ( B ) に示される防振装置 9 3 1 ” のようにハウジング 9 6 1 に比べて幅の狭いハウジング 9 6 1 ” を用いると、気体室 9 6 9 ” の内部容積が小さくなって上記と同様に空気ばねとしての剛性が高くなるのに加え、内圧を高くしないと制御が困難となる。

## 【 0 0 1 2 】

また、防振装置 9 3 1 では、ハウジング 9 6 1 と保持部材 9 6 2 との間をダイヤフラムで接続することにより、気密性を維持して気体室 9 6 9 の内圧を高く保ちつつ、保持部材 9 6 2 のフレキシブルな移動を実現しているが、ダイヤフラムとして例えばゴム製あるいはこれと同程度の弾性力を有する他の素材、例えば皮などから成るものが用いられる場合が多い。この場合、ダイヤフラム自体の剛性によりハウジングに作用する例えば床振動などが支持対象物 O B に伝達されやすくなっている。特に、この構造では、重力方向の剛性は小さいものの、水平方向及びねじり方向の剛性は強いため、十分な床振動の減衰効果、すなわち十分な除振効果を得ることができなかった。

## 【 0 0 1 3 】

また、防振装置 9 3 1 では、ボイスコイルモータ 9 7 4 を用いることにより、高応答での制御を実現することとしていたが、露光装置のような大型の装置を保持する防振装置となると、質量 1 0 トン程度の重量物を 3 箇所あるいは 4 箇所に支持するため、1 箇所あたり 3 トン程度の質量に対応する重量を支持し、かつ上下動しなければならず、ボイスコイルモータとしては、非常に大きな推力を発生するものが必要となる。このため、ボイスコイルモータ自体の大型化、及び消費電力の増大化が引き起こされることとなっていた。

## 【 0 0 1 4 】

さらに、図 1 7 ( A ) 、図 1 7 ( B ) から分かるように、従来の防振装置では、エアクッション部が構造物を支持する位置とボイスコイルモータによる駆動力の作用点の位置とがずれているので、電磁レギュレータ 9 5 5 に気体室内の内圧制御とボイスコイルモータ 9 7 4 による支持対象物 O B の位置制御とを同時に行

った場合に、支持対象物 O B に変形を生じさせ、これが露光装置の各部の制御精度を悪化させる原因となっていた。

【 0 0 1 5 】

本発明は、かかる事情の下になされたものであり、その第 1 の目的は、除振ないし制振性能が良好な新たなタイプの防振装置を提供することにある。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 2 の目的は、振動の発生が極力抑制されたステージ装置を提供することにある。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 3 の目的は、高精度な露光を実現することが可能な露光装置を提供することにある。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、物体 ( O B ) を保持する保持部材 ( 6 2 ) と ; 内部気体の圧力により前記保持部材を重力方向に支持する第 1 気体室 ( 6 9 ) と ; 前記第 1 気体室に連通されるとともに前記第 1 気体室よりも小さい内容積を有した第 2 気体室 ( 7 9 ) と ; 前記第 2 気体室の内容積を変化させて前記第 1 気体室の内容積を変化させる可動装置 ( 1 4 9 ) と ; 前記第 1 気体室と前記第 2 気体室との少なくとも一方の状態変化に基づいて、前記可動装置を駆動して前記保持部材の前記重力方向の位置を調整する調整装置 ( 7 4 ) と ; を備えることを特徴とする防振装置である。

【 0 0 1 9 】

ここで「第 1 気体室と第 2 気体室との少なくとも一方の状態変化」とは、各気体室の内容積の変化や保持部材の重力方向位置の変化などを含み、物体側あるいは外部から防振装置に伝達される振動に起因する各気体室の状態の変化を意味する。本明細書においては、かかる意味で「状態変化」なる用語を用いるものとする。

【 0 0 2 0 】

これによれば、第 1 気体室の内部気体 ( より正確には、第 1 気体室及びこれに

連通された第2気体室内に充填された気体)の圧力により物体を保持する保持部材が重力方向に支持されている。すなわち、前記内部気体の圧力により物体の自重が保持部材を介して支持されている。また、第1気体室と第2気体室との少なくとも一方の状態変化に基づいて、第2気体室の内容積を変化させて前記第1気体室の内容積を変化させる可動装置を駆動して保持部材の前記重力方向の位置を調整する調整装置を備えている。このため、例えば、振動などに起因して保持部材(及び物体)が重力方向に変位すると、このときの第1気体室の状態変化に基づいて調整装置が可動装置を駆動することにより、保持部材の重力方向位置が元の位置に維持される。すなわち、保持部材(及び物体)に作用する振動が速やかに制振される。

## 【 0 0 2 1 】

また、可動装置は、物体との接触部を持たないので、可動装置を駆動してもこれが直接的に物体に変形などを生じさせることはなく、第2及び第1気体室の内容積の変化により物体を重力方向に駆動するのみである。従って、第1気体室内の気体の剛性が高くなる構造を採用することができ、第1気体室を従来に比べて小さな容積にすることができる。

## 【 0 0 2 2 】

また、第2気体室の内容積は第1気体室に比べて小さいので、可動装置の駆動による小さな力で第2気体室の内容積を変化させることにより、第1気体室の内容積を変化させて保持部材を重力方向に駆動することができ、しかも第1気体室内の気体の剛性を高く設定できるので、可動装置を駆動することにより、物体の重力方向位置を高応答で制御することが可能となる。また、第1気体室内の気体の剛性を高く設定できるので、エアクッション(空気ばね)として床振動などの高周波振動の減衰効果が良好となる。

## 【 0 0 2 3 】

従って、本発明によれば、除振ないし制振効果が良好で、かつ小型軽量の防振装置が実現される。

## 【 0 0 2 4 】

この場合において、請求項2に記載の防振装置の如く、前記調整機構は、前記

可動装置を駆動する電磁アクチュエータ（74）を有していることとすることができる。

【0025】

上記請求項1及び2に記載の各防振装置において、請求項3に記載の防振装置の如く、前記可動装置は、前記物体よりも軽量の重り部材（73）を有していることとすることができる。

【0026】

上記請求項1～3に記載の各防振装置において、請求項4に記載の防振装置の如く、前記第2気体室は、円筒状の第1シリンダ（71）と、該第1シリンダの内周面に沿って移動する前記可動装置によって形成されていることとすることができる。

【0027】

この場合において、請求項5に記載の防振装置の如く、前記調整装置は、前記第2気体室内の気体の圧力により前記可動装置を駆動する気体圧力駆動機構（153, 155）を有することとすることができる。

【0028】

この場合において、請求項6に記載の防振装置の如く、前記可動装置は、前記第1シリンダの内周面に沿って移動する部分とは反対側の端部にピストン部（172）有し、前記気体圧力駆動機構は、前記ピストン部が内周面に沿って移動する第2シリンダ（171）と、前記ピストン部と前記第2シリンダとによって形成される気体室内に気体を供給する気体供給機構（155）とを有することとすることができる。

【0029】

この場合において、請求項7に記載の防振装置の如く、前記第2シリンダは前記第1シリンダに接続されていることとすることができる。

【0030】

上記請求項1～7に記載の各防振装置において、請求項8に記載の防振装置の如く、前記可動装置は、気体静圧軸受けを介して移動することとすることができる。

## 【 0 0 3 1 】

上記請求項 1 ～ 8 に記載の各防振装置において、請求項 9 に記載の防振装置の如く、前記第 1 気体室は、ベース部材に支点を中心に傾倒可能に取り付けられた筒状体（1 1 1 A）と、該筒状体の内面側及び外面側のいずれかに所定の空隙を介して配置され、前記筒状体に沿ってスライド可能に設けられるとともに内部底面が前記気体の圧力を受ける受圧面とされた筒状体から成る前記保持部材（1 1 1 B）とを含んで構成され、前記保持部材は前記物体に対して起伏方向の回動を許容した状態で連結されていることとすることができる。

## 【 0 0 3 2 】

この場合において、請求項 1 0 に記載の防振装置の如く、前記筒状体及び前記保持部材のうちの内周側に位置する筒状体の周壁には、前記第 1 気体室から前記空隙に至る微小開口が周方向に所定間隔で複数形成されていることとすることができる。

## 【 0 0 3 3 】

上記請求項 1 ～ 8 に記載の各防振装置において、請求項 1 1 に記載の防振装置の如く、前記第 1 気体室は、上面が開口したハウジング（6 1）と、該ハウジングの開口端部に第 1 の弾性部材（6 3）を介して接続された前記保持部材とによって区画されていることとすることができる。

## 【 0 0 3 4 】

この場合において、請求項 1 2 に記載の防振装置の如く、前記ハウジングの底壁は、所定のクリアランスを介して対向する第 1 底壁部材（8 1 A）と第 2 底壁部材（8 1 B）と、これら両底壁部材相互間を接続するとともに前記クリアランスを維持する環状の弾性部材（8 2）とを含んで構成されていることとしても良いし、請求項 1 3 に記載の防振装置の如く、前記ハウジングの底壁は、中央部に開口を有する枠状部材（1 8 1 A）と、該枠状部材の底面側に所定のクリアランスを介して対向して配置された板状部材（1 8 1 B）と、前記枠状部材と前記板状部材との間に設けられ、前記所定のクリアランスを維持する気体静圧軸受け装置とを含んで構成されていることとしても良い。

## 【 0 0 3 5 】

上記請求項 1 1 ～ 1 3 に記載の各防振装置において、請求項 1 4 に記載の防振装置の如く、前記保持部材は、前記ハウジングの前記開口端部に前記第 1 の弾性部材を介して吊り下げ支持状態で接続された段付き筒状の第 1 部材（9 3）と、該第 1 部材の底部開口部に環状の第 2 の弾性部材（6 3 b）を介して接続され、下端に前記第 1 気体室内の内部気体の圧力を受ける受圧部（6 2 c）を有する第 2 部材（1 6 2）とを含んで構成され、前記第 2 部材は、前記ハウジングの外部で前記物体を保持する保持部（6 2 a）と、前記受圧部と、該受圧部と前記保持部とを接続する前記第 1 部材の内部に挿入された上下方向に延びる軸部（6 2 b）とを有することとすることができる。

## 【 0 0 3 6 】

この場合において、請求項 1 5 に記載の防振装置の如く、前記第 1 部材は、前記受圧部に前記第 2 の弾性部材を介して接続され、前記受圧部とともに前記気体の圧力により浮上支持された第 1 筒状部材（9 3 b）と、該第 1 筒状部材の上端面に所定のクリアランスを介して対向する下端面を有し、上端部が前記ハウジングの前記開口端部に前記第 1 の弾性部材を介して接続された第 2 筒状部材（9 3 a）とから構成されていることとしても良いし、請求項 1 6 に記載の防振装置の如く、前記第 1 部材は、前記受圧部に前記第 2 の弾性部材を介して接続され、前記受圧部とともに前記気体の圧力により浮上支持された第 1 筒状部材と、該第 1 筒状部材の内周面及び外周面のいずれかの一部に所定のクリアランスを介して対向し、上端部が前記ハウジングの前記開口端部に前記第 1 の弾性部材を介して接続された第 2 筒状部材とから構成されていることとしても良い。

## 【 0 0 3 7 】

後者の場合においては、請求項 1 7 に記載の防振装置の如く、前記第 1 筒状部材及び前記第 2 筒状部材のうち外周側に位置する一方の筒状部材には、他方の筒状部材に対向する位置に壁を貫通する状態で微小開口（1 9 3）が形成されていることとすることができる。また、前記第 1 筒状部材と前記第 2 筒状部材との間をエアベアリングの送風口とすることもできる。

## 【 0 0 3 8 】

請求項 1 8 に記載の発明は、上面が開口したハウジング（6 1）と；前記ハウ



ジングの前記開口端部に環状の第 1 の弾性部材 (6 3 a) を介して支持された上下方向に延びる第 1 筒状体 (9 3 a) と ; 前記第 1 筒状体の内側及び外側のいずれかに所定の空隙を介して配置され、前記第 1 筒状体に対して相対的にスライド可能な第 2 筒状体 (9 3 b) と ; 前記第 2 筒状体の下端に環状の第 2 の弾性部材 (6 3 b) を介して接続され、前記ハウジング、前記第 1 の弾性部材、前記第 1 筒状体及び前記第 2 の弾性部材とともに気体室を区画する受圧部を下端に有し、前記受圧部の底面に作用する前記気体室内の気体圧力により浮上支持され、上端部が前記ハウジング外部で前記物体を下方から支持する支持部とされた揺動部材 (6 2) と ; を備えることを特徴とする防振装置である。

## 【 0 0 3 9 】

これによれば、上下方向に延びる第 1 筒状体は、上面が開口したハウジングの開口端部に環状の第 1 の弾性部材を介して支持され、第 2 筒状体は、第 1 筒状体の内側及び外側のいずれかに所定の空隙を介して配置され、第 1 筒状体に対して相対的にスライド可能とされている。また、上端部がハウジング外部で物体を下方から支持する支持部とされた揺動部材は、その下端の受圧部が第 2 筒状体の下端に環状の第 2 の弾性部材を介して接続され、ハウジング、第 1 の弾性部材、第 1 筒状体及び第 2 の弾性部材とともに気体室を区画する受圧部の底面に作用する気体室内の気体圧力により浮上支持されている。

## 【 0 0 4 0 】

すなわち、物体を下方から支持する揺動部材はその下端の受圧部が第 2 の弾性部材を介して第 2 筒状体の下端に接続されていることから、チルト方向の自由度が高い。このため、物体が水平方向 (横方向) に変位した際には、この変位に応じて揺動部材が容易にチルトする。このときのチルト角を  $\theta$  とし、かつ  $\theta$  が微小角であるとする、幾何学的な関係から、揺動部材の上端の支持部 (該支持部上の物体) の横変位量 (水平面内の変位量)  $\Delta$  は、 $\Delta = (\text{揺動部材の高さ方向の寸法 (支持部と受圧部との間の距離)}) L \times (\text{チルト角度}) \theta$  となる。また、チルト角度  $\theta$  が所定角度 (前記第 2 の弾性部材の剛性によって許容される角度) を超えると、揺動部材とともに、第 1 筒状体及び第 2 筒状体と一緒にチルトし、かつ前記物体の横変位量に応じて第 2 筒状体は第 1 筒状体に対してスライドする。こ

のため、物体は水平面内でその高さを変えことなく横方向に移動することができる。また、揺動部材の上下方向の移動は、第2筒状体が第1筒状体に対してスライドすることにより容易に実現される。従って、Z、X、Y、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ の6自由度方向について低剛性な防振装置となる。

## 【0041】

換言すれば、いずれの方向の振動に対してもその振動を揺動部材の位置姿勢変化によって減衰させ、物体の効果的な制振及び除振を行うことが可能となる。

## 【0042】

この場合において、請求項19に記載の防振装置の如く、前記第1及び第2筒状体のうち外周側に位置する筒状体には、前記気体室と前記空隙とを連通する微小開口（193）が周方向に沿って所定間隔で形成されていることとすることができる。

## 【0043】

上記請求項18及び19に記載の防振装置において、請求項20に記載の防振装置の如く、前記第1、第2筒状体は、ともに円筒部材から成り、前記第1筒状体の上端の一侧と他側に架設された第1支持部材（101）と、前記ハウジングの開口端部の一侧と他側に架設され、前記支持部材の中央を下方から支持する支持点を有する支持アーム（102）と、前記支持点で前記第1支持部材と一体的に前記第1筒状体を回転のみ許容した状態で前記支持アームに対して連結する連結機構（103）とを含む第1の支持機構（211A）と；前記第2筒状体の内部に架設された第2支持部材（104）と、該第2支持部材の中央の連結点で前記揺動部材の受圧部を回転のみ許容した状態で前記第2支持部材に連結する連結機構（105）とを含む第2支持機構（211B）と；を更に備えることとすることができる。

## 【0044】

この場合において、請求項21に記載の防振装置の如く、前記連結点は、前記第2の弾性部材の回転中心に一致する位置に設定されていることとすることができる。

## 【0045】

この場合において、請求項 2 2 に記載の防振装置の如く、前記支持アームと前記第 1 支持部材との間に、前記支持アームに対する前記第 1 筒状体の回転を抑制する方向に前記支持アームを付勢する弾性付勢部材（1 9 5）を設けたこととすることができる。

## 【 0 0 4 6 】

上記請求項 1 8 ～ 2 2 に記載の各防振装置において、請求項 2 3 に記載の防振装置の如く、前記気体室に連通されるとともに前記気体室より小さい内容積を有し、一部を構成する可動装置の変位により前記内容積が可変とされた別室（7 9）を含み、前記可動装置の変位に応じた前記別室及びこれに連通する前記気体室の内容積の変位により、前記揺動部材の重力方向の位置を調整する調整装置（7 4）；を更に備えることとすることができる。かかる場合には、前述の請求項 1 に記載の防振装置と同様の理由により、防振装置の小型、軽量化も可能となる。

## 【 0 0 4 7 】

この場合において、請求項 2 4 に記載の防振装置の如く、前記別室は、円筒状のシリンダ（7 1）と、該シリンダの内周面に沿って移動する前記可動装置によって形成されていることとすることができる。

## 【 0 0 4 8 】

上記請求項 2 3 及び 2 4 に記載の各防振装置において、請求項 2 5 に記載の防振装置の如く、前記可動装置は、前記物体よりも軽量の重り部材（7 3）を有していることとすることができる。

## 【 0 0 4 9 】

上記請求項 2 3 ～ 2 5 に記載の各防振装置において、請求項 2 6 に記載の防振装置の如く、前記調整装置は、前記可動装置を駆動する電磁アクチュエータ（7 4）を有することとすることができる。

## 【 0 0 5 0 】

請求項 2 7 に記載の発明は、所定方向に移動可能なステージ（1 4）と；前記ステージの上方に配置されたテーブル（T B）と；前記ステージ上で前記テーブルを保持する請求項 9 又は 1 0 に記載の防振装置を含む少なくとも 3 つの防振装置と；を備えることを特徴とするステージ装置である。

【 0 0 5 1 】

これによれば、請求項 9 又は 1 0 に記載の防振装置少なくとも含む 3 つの防振装置により、所定方向に移動可能なステージ上でテーブルが保持されるので、ステージの移動に伴うテーブルの振動を極力抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

この場合において、請求項 2 8 に記載のステージ装置の如く、前記各防振装置は、請求項 9 又は 1 0 に記載の防振装置のいずれかであることとすることができる。

【 0 0 5 3 】

上記請求項 2 7 及び 2 8 に記載のステージ装置において、請求項 2 9 に記載のステージ装置の如く、前記テーブルを水平面内で微小駆動する第 1 の微小駆動機構（ $48X_1$ 、 $48X_2$ 、 $48Y$ ）と；前記テーブルを前記水平面に直交する方向及び水平面に対する傾斜方向へ微小駆動する第 2 の微小駆動機構（ $92A \sim 92C$ ）と；を更に備えることとすることができる。

【 0 0 5 4 】

請求項 3 0 に記載の発明は、エネルギービーム（ $IL$ ）により感光物体（ $W$ ）を露光して前記感光物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、前記露光が行われる露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分を少なくとも 3 点で保持する請求項 1 ～ 8、1 1 ～ 2 6 のいずれか一項に記載の防振装置を含む少なくとも 3 つの防振装置を備えることを特徴とする露光装置である。

【 0 0 5 5 】

これによれば、請求項 1 ～ 8、1 1 ～ 2 6 のいずれか一項に記載の振動の抑制効果の高い防振装置を含む少なくとも 3 つの防振装置により、露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分が保持されるので、露光装置本体の振動が効果的に抑制され、これにより露光精度を高精度に維持することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

この場合において、請求項 3 1 に記載の露光装置の如く、前記露光装置本体は、前記パターンが形成されたマスク（ $R$ ）を保持するマスクステージ（ $RST$ ）と、前記感光物体が載置される物体ステージ（ $WST$ ）と、前記マスクステージ

の移動面が形成されたマスクステージベース（33）と前記マスクステージの移動面が形成された物体ステージベース（29）とを含むボディ（50）を有し、前記ボディの一部又は全体が前記防振装置によって保持されていることとすることができる。

## 【0057】

上記請求項30及び31に記載の各露光装置において、請求項32に記載の露光装置の如く、前記露光装置本体は、前記マスクを介した前記エネルギービームを前記感光物体に投射する投影光学系（PL）を有し、該投影光学系は前記防振装置によって保持されていることとすることができる。

## 【0058】

上記請求項30～32に記載の各露光装置において、請求項33に記載の露光装置の如く、前記マスクステージと物体ステージとの少なくとも一方が、請求項27～29のいずれか一項に記載のステージ装置によって構成されていることとすることができる。

## 【0059】

## 【発明の実施の形態】

## 《第1の実施形態》

以下、本発明の第1の実施形態を図1～図7（B）に基づいて説明する。図1には、本第1の実施形態の露光装置100の全体的な構成が概略的に示されている。この露光装置100は、マスクとしてのレチクルRと感光物体としてのウエハWとを一次元方向に同期移動しつつ、レチクルRに形成された回路パターンを投影光学系PLを介してウエハW上の各ショット領域に転写する、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置、すなわちいわゆるスキヤニング・ステッパである。

## 【0060】

この露光装置100は、エネルギービームとしての露光用照明光（以下、「照明光」と略述する）ILによりレチクルR上の長方形スリット状の照明領域を均一な照度で照明する照明ユニットILU、レチクルRを保持するマスクステージとしてのレチクルステージRST、レチクルRから射出される照明光ILをウエハ

W上に投射する投影光学系PL、ウエハWを保持してXY平面内で自在に移動可能な物体ステージとしてのウエハステージWST、レチクルステージRST、投影光学系PL及びウエハステージWST等が搭載されたボディ50等を備えている。

## 【0061】

前記照明ユニットILUは、不図示の光源に不図示の送光光学系を介して接続されている。光源としては、例えばArFエキシマレーザ（出力波長193nm）、KrFエキシマレーザ（出力波長248nm）などの遠紫外光源、あるいはF<sub>2</sub>レーザ（出力波長157nm）などの真空紫外光源などが用いられる。

## 【0062】

照明ユニットILUは、照明系ハウジング2と、該照明系ハウジング2の内部に所定の位置関係で配置された例えばオプティカルインテグレータを含む照度均一化光学系、リレーレンズ、可変NDフィルタ、可変視野絞り（レチクルブラインド又はマスキングブレードとも呼ばれる）、及びダイクロイックミラー等（いずれも不図示）を含んで構成される照明光学系とを備えている。ここで、オプティカルインテグレータとしてはフライアイレンズ、内面反射型インテグレータ（ロッドインテグレータ等）、あるいは回折光学素子等が用いられる。

## 【0063】

この照明ユニットILUでは、回路パターン等が描かれたレチクルR上で、レチクルブラインドで規定されたスリット状の照明領域（X軸方向に細長い長方形状の照明領域）部分を照明光ILによりほぼ均一な照度で照明する。

## 【0064】

前記レチクルステージRSTは、後述する第2コラムの天板部を構成するレチクルステージ定盤33の上方に配置されている。このレチクルステージRSTは、図1に示されるように、レチクルステージ定盤33の上面に沿って所定ストローク（レチクルRの全面が少なくとも照明光ILを横切ることができるだけのストローク）で所定の走査方向（ここでは図1における紙面直交方向であるY軸方向とする）に移動可能なレチクル走査ステージ24Aと、このレチクル走査ステージ24A上に配置され、レチクルRを保持してXY面内で微小駆動可能なレチ

クル微動ステージ24Bとを備えている。

【0065】

これを更に詳述すると、レチクル走査ステージ24Aは、不図示の非接触ベアリング、例えば気体静圧軸受けによってレチクルステージ定盤33の上面の上方に例えば数 $\mu\text{m}$ 程度のクリアランスを介して浮上支持されている。このレチクル走査ステージ24Aは、不図示のリニアモータによってY軸方向に駆動される。

【0066】

前記レチクル微動ステージ24BのX軸方向の一侧(+X側)と他側(-X側)には、図2の平面図に示されるように、ボイスコイルモータ122、124がそれぞれ設けられている。一方のボイスコイルモータ122は、レチクル微動ステージ24Bの+X側の側面に設けられた可動子118Aとこれに対向してレチクル走査ステージ24Aの上面に固定された固定子118Bとを有している。他方のボイスコイルモータ124は、レチクル微動ステージ24Bの-X側の側面に設けられた可動子119Aとこれに対向してレチクル走査ステージ24Aの上面に固定された固定子119Bとを有している。

【0067】

また、レチクル微動ステージ24BのY軸方向の一侧(-Y側)と他側(+Y側)には、ボイスコイルモータ127、128がそれぞれ設けられている。一方のボイスコイルモータ127は、レチクル微動ステージ24Bの-Y側の側面に設けられた可動子125Aとこれに対向してレチクル走査ステージ24Aの上面に固定された固定子125Bとを有している。他方のボイスコイルモータ128は、レチクル微動ステージ24Bの+Y側の側面に設けられた可動子126Aとこれに対向してレチクル走査ステージ24Aの上面に固定された固定子126Bとを有している。

【0068】

この場合、レチクル微動ステージ24Bは、ボイスコイルモータ122、124によってレチクル走査ステージ24A上でY軸方向に微小駆動されるとともに、ボイスコイルモータ127、128によってレチクル走査ステージ24A上でX軸方向に微小駆動される。また、例えば、ボイスコイルモータ127、128

の発生する推力を僅かに異ならせることにより、レチクル微動ステージ 2 4 B を  $\theta_z$  方向 (X Y 平面に直交する Z 軸回りの回転方向) に微小回転させることが可能となっている。レチクル微動ステージ 2 4 B 上に、レチクル R が真空吸着等によって保持されている。

## 【 0 0 6 9 】

レチクル微動ステージ 2 4 B 上面の - X 側の端部には、図 2 に示されるように、X 軸に垂直な反射面を有する平面ミラーから成る X 軸移動鏡 3 0 x が Y 軸方向に延設されている。この移動鏡 3 0 x に、レチクル X 干涉計 R I F x から X 軸に平行な測長軸の干涉計ビーム (測定ビーム) が照射されている。このレチクル X 軸干涉計 R I F x の位置計測の基準となる固定鏡 (参照鏡) は、投影光学系 P L の鏡筒の側面に設けられており、レチクル X 干涉計 R I F x では、移動鏡 3 0 x からの反射光を受光して固定鏡を基準として移動鏡 3 0 x の X 軸方向の位置、すなわちレチクル R の X 軸方向の位置を例えば 0. 5 ~ 1 n m 程度の分解能で常時検出する。

## 【 0 0 7 0 】

また、レチクル微動ステージ 2 4 B の - Y 側の側面には、図 2 に示されるように、コーナーキューブ型の反射部材 (例えば中空レトロリフレクタ) から成る一対の Y 軸移動鏡 3 0 y<sub>1</sub>, 3 0 y<sub>2</sub> が固定され、これらの移動鏡 3 0 y<sub>1</sub>, 3 0 y<sub>2</sub> には不図示のレチクル Y 干涉計からそれぞれ Y 軸に平行な測長軸の干涉計ビーム L R y<sub>1</sub>, L R y<sub>2</sub> が照射されている。移動鏡 3 0 y<sub>1</sub>, 3 0 y<sub>2</sub> で反射された干涉計ビーム L R y<sub>1</sub>, L R y<sub>2</sub> はレチクルステージ定盤 3 3 上に固定され反射ミラー 1 3 8, 1 3 9 で反射されて、不図示のレチクル Y 干涉計に戻され、レチクル Y 干涉計では、レチクル X 干涉計 R I F x と同様にして、投影光学系 P L の鏡筒の側面に設けられた固定鏡を基準として、それぞれの干涉計ビーム L R y<sub>1</sub>, L R y<sub>2</sub> の照射位置におけるレチクル微動ステージ 2 4 B の Y 軸方向の座標位置を独立に、例えば 0. 5 ~ 1 n m 程度の分解能で常時検出する。ここで、レチクル Y 干涉計としてはダブルパス干涉計が用いられており、レチクル微動ステージ 2 4 B の回転の影響によって計測誤差が生じない構成になっている。

## 【 0 0 7 1 】



レチクルX干渉計R I F<sub>x</sub>、レチクルY干渉計の計測値は、不図示のステージ制御装置に供給されている。ステージ制御装置は、例えば干渉計ビームL R<sub>x</sub>を使用するレチクルX干渉計3 0<sub>x</sub>で計測された座標値xに基づいてレチクル微動ステージ2 4 BのX軸方向の位置情報を検出する。また、ステージ制御装置は、干渉計ビームL R<sub>y<sub>1</sub></sub>及びL R<sub>y<sub>2</sub></sub>を使用する一対のY軸干渉計で計測された座標値<sub>y<sub>1</sub></sub>及び<sub>y<sub>2</sub></sub>の平均値 $(y_1 + y_2) / 2$ に基づいてレチクル微動ステージ2 4 BのY軸方向の位置情報を算出する。また、ステージ制御装置は、例えば座標値<sub>y<sub>1</sub></sub>と<sub>y<sub>2</sub></sub>との差分に基づいてレチクル微動ステージ2 4 Bの回転方向( $\theta_z$ 方向)の位置情報を算出する。ステージ制御装置で検出されたレチクル微動ステージ2 4 BのX、Y、 $\theta_z$ 方向の位置情報は、主制御装置に出力されている。

## 【 0 0 7 2 】

上述のように、レチクル微動ステージ2 4 B上には、X軸移動鏡3 0<sub>x</sub>、Y軸移動鏡3 0<sub>y<sub>1</sub></sub>、3 0<sub>y<sub>2</sub></sub>の合計3つが設けられ、これに対応して固定鏡及びレーザ干渉計も複数設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡3 0、固定鏡M<sub>r</sub>及びレチクル干渉計R I Fとしてそれぞれ示されている。なお、レチクル微動ステージ2 4 Bの端面をそれぞれ鏡面加工してレーザ干渉計用の反射面(前述の移動鏡3 0<sub>x</sub>、3 0<sub>y<sub>1</sub></sub>、3 0<sub>y<sub>2</sub></sub>の反射面に相当)を形成しても良い。

## 【 0 0 7 3 】

投影光学系P Lは、後述する第1コラムを構成する鏡筒定盤2 5の中央部に形成された開口2 5 aの内部に上方から挿入されている。この投影光学系P Lの鏡筒部の高さ方向中央やや下方の位置にはフランジ部F L Gが設けられており、該フランジ部F L Gを介して鏡筒定盤2 5上に配置された3つの防振装置3 1 C<sub>1</sub> ~ 3 1 C<sub>3</sub>(但し、図1における紙面奥側の防振装置3 1 C<sub>3</sub>は不図示)によって投影光学系P Lが3点支持されている。なお、防振装置3 1 C<sub>1</sub> ~ 3 1 C<sub>3</sub>の構成については後述する。

## 【 0 0 7 4 】

投影光学系P Lとしては、例えば両側テレセントリックな縮小系で、Z軸方向の共通の光軸A Xを有する複数枚のレンズエレメントから成る屈折光学系が使用されている。この投影光学系P Lの投影倍率は、例えば1 / 4、1 / 5又は1 /

6である。このため、照明ユニットILUからの照明光ILによってレチクルR上の前述の照明領域が照明されると、投影光学系PLを介してレチクルRの照明領域内の回路パターンの縮小像（部分倒立像）が、表面にフォトリソが塗布されたウエハW上の前記照明領域に共役なスリット状の投影領域、すなわち露光領域に形成される。

## 【0075】

前記ウエハステージWSTは、図1に示されるように、投影光学系定盤25の下方に配置されたウエハステージ定盤29の上方に配置されている。ウエハステージWSTは、ウエハWを保持してXY平面内で移動する。

## 【0076】

ウエハステージWSTは、例えば、エア浮上型あるいは磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータ等から成るウエハステージ駆動部によりXY面内で自在に駆動されるステージとしてのXYステージ14と、該XYステージ14上に搭載されたテーブルとしてのウエハテーブルTBとを備えている。前記ウエハテーブルTB上には不図示のウエハホルダが真空吸着によって固定されており、このウエハホルダ上に不図示のバキュームチャック、静電チャック等を介してウエハWが吸着固定されている。

## 【0077】

図3（A）には、ウエハステージWSTを構成するウエハテーブルTB部分の概略平面図が示され、図3（B）には、図3（A）のA-A線断面図が一部省略して示されている。

## 【0078】

これら図3（A）、図3（B）を総合すると判るように、XYステージ14とウエハテーブルTBとの間には、Y軸方向に所定間隔を隔てて配置された3つのEIコア48X<sub>1</sub>、48Y、48X<sub>2</sub>が設けられている。このうち、両端のEIコア48X<sub>1</sub>、48X<sub>2</sub>がX軸方向駆動用であり、中央のEIコア48YがY軸方向駆動用である。

## 【0079】

前記EIコア48X<sub>1</sub>は、図3（B）に示されるように、ウエハテーブルTB

の底面に下方に向けて凸設された鉄板 4 7 と、該鉄板 4 7 を介して相互に対向する状態で配設され、XY ステージ 1 4 上に固定された一对の電磁石 4 9 A, 4 9 B とを有している。供給電流（駆動電流）に応じて、電磁石 4 9 A, 4 9 B それぞれが発生する磁氣的吸引力の差に応じた大きさ及び方向の駆動力により鉄板 4 7 を介してウエハテーブル T B が X 軸方向に駆動される。E I コア 4 8 X<sub>2</sub> は E I コア 4 8 X<sub>1</sub> と同様にして構成され、同様にウエハテーブル T B を X 軸方向に駆動する駆動力を発生する。

## 【 0 0 8 0 】

残りの E I コア 4 8 Y は、E I コア 4 8 X<sub>1</sub>, 4 8 X<sub>2</sub> のほぼ中央の位置に配置され、E I コア 4 8 X<sub>1</sub> と同様にして構成されている。但し、この E I コア 4 8 Y は、一对の電磁石に供給される駆動電流に応じてウエハテーブル T B を Y 軸方向に駆動する駆動力を発生する。

## 【 0 0 8 1 】

本実施形態では、不図示のステージ制御装置が、主制御装置の指示に基づき、E I コア 4 8 X<sub>1</sub>, 4 8 X<sub>2</sub> に対する駆動電流を個別に制御することにより、ウエハテーブル T B の X 軸方向の駆動量が制御されるとともに、E I コア 4 8 X<sub>1</sub>, 4 8 X<sub>2</sub> が発生する X 軸方向の駆動力を異ならせることにより、ウエハテーブル T B の  $\theta_z$  回転の制御を行うことも可能となっている。また、不図示のステージ制御装置が、主制御装置の指示に基づき、E I コア 4 8 Y に対する駆動電流を制御することによりウエハテーブル T B を Y 軸方向に微小駆動する。

## 【 0 0 8 2 】

また、図 3 (A)、図 3 (B) を総合すると判るように、XY ステージ 1 4 とウエハテーブル T B との間には、平面視（上方から見て）直角三角形の各頂点の位置に、第 2 の微小駆動機構としての 3 つのボイスコイルモータ 9 2 A ~ 9 2 C がそれぞれ配置されている。ボイスコイルモータ 9 2 A は、図 3 (B) に示されるように、ウエハテーブル T B の底面に固定された例えば磁極ユニットから成る可動子 1 9 2 B と、該可動子 1 9 2 B に対応して XY ステージ 1 4 の上面に固定された略 U 字状の例えば電機子ユニットから成る固定子とを備えている。このボイスコイルモータ 9 2 A は電機子ユニットに供給される駆動電流に応じて可動子

1 9 2 B を Z 軸方向に駆動する駆動力（電磁力）を発生する。残りのボイスコイルモータ 9 2 B、9 2 C もボイスコイルモータ 9 2 A と同様に構成され、それぞれの可動子を Z 軸方向に駆動する駆動力を発生する。本実施形態では、不図示のステージ制御装置が、主制御装置の指示に基づき、ボイスコイルモータ 9 2 A ～ 9 2 C の電機子ユニットに供給する駆動電流を独立に制御することにより、ウエハテーブル T B を Z 軸方向、並びに X Y 面に対する傾斜方向（X 軸回りの回転方向（ $\theta_x$  方向）及び Y 軸回りの回転方向（ $\theta_y$  方向））に微小駆動するようになっている。

## 【 0 0 8 3 】

さらに、図 3（A）、図 3（B）を総合すると判るように、X Y ステージ 1 4 とウエハテーブル T B との間には、ボイスコイルモータ 9 2 A ～ 9 2 C 各々の近傍に 3 つの防振装置 9 1 A ～ 9 1 C がそれぞれ配置され、これらの防振装置 9 1 A ～ 9 1 C によってウエハテーブル T B が X Y ステージ 1 4 上で 3 点支持されている。なお、これらの防振装置 9 1 A ～ 9 1 C の詳細な構成等については、後述する。

## 【 0 0 8 4 】

ウエハテーブル T B 上面の - X 側の端部には、図 3（A）に示されるように、移動鏡 3 4 X が Y 軸方向に延設され、- Y 側の端部には、移動鏡 3 4 Y が X 軸方向に延設されている。これらの移動鏡 3 4 X、3 4 Y には、投影光学系 P L のフランジ F L G から吊り下げ支持されたウエハ干渉計 W I F（図 1 参照）からの測定ビーム W I X、W I Y（図 3（A）参照）がそれぞれ照射されている。なお、実際には、ウエハ干渉計は、X 方向位置計測用のウエハ X 干渉計と、Y 方向位置計測用のウエハ Y 干渉計が設けられ、これに対応して、ウエハステージ W S T 上には移動鏡 3 4 X、3 4 Y が設けられ、さらにこれに対応して、投影光学系 P L の鏡筒部には、ウエハ X 固定鏡とウエハ Y 固定鏡が設けられているが、図 1 ではこれらが代表的にウエハ干渉計 W I F、移動鏡 3 4、固定鏡 M w として、それぞれ示されている。

## 【 0 0 8 5 】

ウエハ干渉計 W I F によってウエハテーブル T B の X 軸方向及び Y 軸方向の位

置情報が、前述の固定鏡を基準として例えば0.5～1 nm程度の分解能で常時検出される。なお、ウエハX干渉計及びウエハY干渉計は、測長軸を複数有する多軸干渉計でそれぞれ構成され、ウエハテーブルTBのX、Y位置の他、回転（ヨーイング（Z軸回りの回転である $\theta_z$ 回転）、ピッチング（X軸回りの回転である $\theta_x$ 回転）、ローリング（Y軸回りの回転である $\theta_y$ 回転））も計測可能となっている。なお、ウエハテーブルTBの端面を鏡面加工して反射面（移動鏡34X、34Yの反射面に相当）を形成しても良い。

## 【0086】

ウエハ干渉計WIFによって計測されるウエハステージWSTの位置情報（又は速度情報）は不図示のステージ制御装置及びこれを介して主制御装置に送られる。ステージ制御装置は、基本的にはウエハ干渉計WIFから出力される位置情報（又は速度情報）が主制御装置から与えられる指令値（目標位置、目標速度）に一致するように、ウエハ干渉計WIFの出力に基づいて前述のウエハステージ駆動部を介してウエハステージWSTのXY面内の移動を制御する。

## 【0087】

前記本体コラム50は、図1に示されるように、床面Fの上方に3つの防振装置31A<sub>1</sub>～31A<sub>3</sub>（ただし、図1においては紙面奥側の防振装置31A<sub>3</sub>は図示せず）を介して水平に支持されたベースプレート21、ベースプレート21上に配置された第1コラムCL1、該第1コラムCL1上に配置された第2コラムCL2、及びベースプレート21で3つの防振装置31B<sub>1</sub>～31B<sub>3</sub>（ただし、図1においては紙面奥側の防振装置31B<sub>3</sub>は図示せず）によって水平に支持された物体ステージベースとしての前述のウエハステージ定盤29等を備えている。

## 【0088】

前記第1コラムCL1は、ベースプレート21の上方に配置され、3本の支持柱23（ただし、図1においては紙面奥側の支持柱は図示せず）によって支持された前述の鏡筒定盤（メインフレーム）25とを有している。

## 【0089】

前記第2コラムCL2は、鏡筒定盤25の上面に投影光学系PLを囲む状態で

配置された3本の支持柱27（ただし、図1においては紙面奥側の支持柱は図示せず）と、各支持柱27の上面に防振装置31D<sub>1</sub>～31D<sub>3</sub>をそれぞれ介してほぼ水平に支持されたマスクステージベースとしての前述のレチクルステージ定盤33とを有している。

#### 【0090】

さらに、図示は省略されているが、露光装置100には、ウエハW表面の前記露光領域内部分及びその近傍の領域のZ軸方向（光軸AX方向）の位置を検出する、例えば特開平6-283403号公報に開示されている斜入射方式の多点フォーカス位置検出系が設けられており、後述する走査露光時などに、不図示の主制御装置によってウエハWのフォーカス・レベリング制御が行われる。

#### 【0091】

次に、露光装置100の各所に設けられた防振装置について、ウエハステージ定盤29を支持する3つの防振装置31B<sub>1</sub>～31B<sub>3</sub>のうちの1つである防振装置31B<sub>1</sub>を代表的に採りあげて、図4及び図5に基づいて詳細に説明する。

#### 【0092】

図4には、防振装置31B<sub>2</sub>の構成が断面図にて示されている。この防振装置31B<sub>2</sub>は、物体としての支持対象物OB（支持対象物OBは、この場合ウエハステージ定盤29（及び搭載物がある場合は、ウエハステージ定盤29と搭載物との全体に相当する）を、下方から支持するエアマウント部51と、該エアマウント部51に近接して設けられ、エアマウント部51の内部に形成された第1気体室69に配管Pbを介して連通された別室としての第2気体室79を有するピストン機構53と、第1気体室69及び第2気体室79内に充填された気体、例えば空気の圧力を調整する電磁レギュレータ55とを備えている。この場合、支持対象物OBは、図5に示されるように、一例として3つの防振装置31B<sub>1</sub>～31B<sub>3</sub>によってほぼ正三角形の頂点位置にて、下方から支持されている。

#### 【0093】

前記エアマウント部51は、上面のみが開口した円筒状のハウジング61と、該ハウジング61の上部開口に第1の弾性部材としてのダイヤフラム63を介して接続され、上部開口の内部に位置する保持部材62とを備えている。ダイヤフ

ラム 6 3 は、断面が円形の管状部材から成る全体として円環状（ドーナツ状）の例えば例えばゴム製あるいはこれと同程度の弾性力を有する他の素材から成る部材を、上記管状部材の断面が半円となるように、円環の中心軸に直交する断面に沿って 2 等分した形状を有している。このダイヤフラム 6 3 は、その外周縁がハウジング 6 1 の上部開口の周縁に接続され、かつ内周縁が保持部材 6 2 の下端部を構成する円板状の受圧部 6 2 c の外周縁に接続されている。この場合、ハウジング 6 1 とダイヤフラム 6 3 と保持部材とによって、ハウジング 6 1 の内部にほぼ密閉空間から成る第 1 気体室 6 9 が形成されている。保持部材 6 2 は、第 1 気体室 6 9 内部の空気などの気体の圧力（以下、適宜「第 1 気体室 6 9 の内部気体の圧力」、又は「第 1 気体室 6 9 の内圧」と記述する）により所定位置で支持されている。

## 【 0 0 9 4 】

ダイヤフラム 6 3 は、Z 軸方向及びチルト方向（ $\theta_x$  及び  $\theta_y$  方向）の剛性が低く、水平方向（主として X 及び Y 方向）への剛性が高いという性質を有している。これにより、第 1 気体室 6 9 が気密に維持された状態で、保持部材 6 2 が Z 軸方向及びチルト方向にフレキシブルに移動できるようになっている。

## 【 0 0 9 5 】

前記ハウジング 6 1 の内周面の高さ方向（Z 軸方向）ほぼ中央には、例えばメンテナンス時などに第 1 気体室 6 9 内の気体の圧力をほぼ零にした状態においても、保持部材 6 2 がハウジング 6 1 の内部底面に接触する（保持部材 6 2 がハウジング 6 1 の内部に完全に落ち込んでしまう）のを防止するためのストッパ 6 4 が複数箇所に突設されている。また、ハウジング 6 1 の内部底面には、第 1 気体室 6 9 の内部気体の圧力を計測するための圧力センサ P S が設けられている。

## 【 0 0 9 6 】

前記保持部材 6 2 は、前述の円板状の受圧部 6 2 c と、下端が受圧部 6 2 c の上面に固定された軸部 6 2 b と、該軸部 6 2 b の上端にその下面が固定された前述の受圧部 6 2 c と同様の円板状の保持部 6 2 a とを有している。保持部 6 2 a の上面に支持対象物 O B が載置されている。

## 【 0 0 9 7 】

前記ピストン機構 5 3 は、上面が開口し底面が閉塞され、上下方向（重力方向）に延びる円筒状部材から成る第 1 シリンダとしてのシリンダ 7 1 と、シリンダ 7 1 の内周面に沿って重力方向にスライド移動可能な可動装置 1 4 9 とを備えている。

## 【 0 0 9 8 】

シリンダ 7 1 の周壁の一部に開口が形成され、この開口に配管 P b の一端が接続されている。配管 P b の他端は、前述のハウジング 6 1 に接続されている。前記可動装置 1 4 9 は、シリンダ 7 1 の内部に挿入された円筒状のピストン部材 7 2 と、このピストン部材 7 2 の上面に固定された重り部材 7 3 と、この重り部材 7 3 の上面に固定された電機子コイルを内蔵する電機子ユニット 7 4 a とを有している。

## 【 0 0 9 9 】

この電機子ユニット 7 4 a は、電磁アクチュエータの一種であるボイスコイルモータ 7 4 の可動子を構成するもので、以下においては、電機子ユニット 7 4 a を可動子 7 4 a とともに記述する。

## 【 0 1 0 0 】

電機子ユニット 7 4 a とともにボイスコイルモータ 7 4 を構成する磁極ユニットから成る固定子 7 4 b は、シリンダ 7 1 の上端面に一对の支持部材 7 6 を介して固定されている。

## 【 0 1 0 1 】

前記ピストン部材 7 2 の外周面の複数箇所に、気体静圧軸受け（例えばエアベアリングが用いられるので、以下「エアベアリング」と呼ぶ）1 5 0 が設けられている。これらのエアベアリング 1 5 0 によると、各エアベアリング 1 5 0 から加圧空気が噴き出されることにより、シリンダ 7 1 とピストン部材 7 2 との間の間隙（クリアランス）が、全周に渡ってほぼ均一な寸法に維持されるとともに、シリンダ 7 1 内部の空間（第 2 気体室）7 9 がほぼ気密に維持されるようになっている。

## 【 0 1 0 2 】

前記重り部材 7 3 は、防振装置 3 1 B<sub>2</sub> のエアマウント部 5 1 が受け持つ支持



対象物OBの総質量の1/3とほぼ釣り合うだけの質量を有している。なお、この点については、後に詳述する。

【0103】

前記ボイスコイルモータ74の可動子74aには、不図示の電流供給源が接続されており、電流供給源から可動子74aに供給される電流に応じて可動子74aを含む可動装置149がZ軸方向に駆動される。可動装置149の高さ方向位置は、リニアエンコーダ等から成るピストン位置計測センサによって計測されている。本実施形態では、不図示のステージ制御装置がピストン位置計測センサの計測値に基づいて電流供給源から可動子74aに供給される電流を制御する。

【0104】

前記電磁レギュレータ55は、前述の圧力センサPSの計測結果に基づいて、不図示の主制御装置の指示の下、ステージ制御装置によって制御され、第1気体室69及びこれに連通された第2気体室79内部の空気の圧力が所定の圧力値に維持されるように供給空気量（及びその圧力）を調整する。

【0105】

残りの防振装置31B<sub>1</sub>、31B<sub>3</sub>は、防振装置31B<sub>2</sub>と同様に構成されている。

【0106】

このようにして構成された防振装置31B<sub>1</sub>～31B<sub>3</sub>によって支持された支持対象物OB、すなわちウエハステージ定盤29には、加速度計などの振動センサが設けられている。なお、ウエハステージ定盤29とベースプレート21との間隔は不図示の変位センサを用いて計測することが望ましい。

【0107】

この場合、例えば、床面F側からの高周波振動である微振動（暗振動）は、防振装置31B<sub>1</sub>～31B<sub>3</sub>をそれぞれ構成する第1気体室69内の空気の減衰力（エアマウント部51から構成される空気ばねの弾性力）により例えばマイクロGレベルで絶縁される。

【0108】

また、例えばウエハステージWSTの移動によりウエハステージ定盤29に生

じる偏荷重により、防振装置  $31B_1 \sim 31B_3$  のいずれかに大きな力が作用したり、低周波の振動が生じた場合には、ステージ制御装置は、前述の変位センサあるいは振動センサの計測値に基づいて、ボイスコイルモータ 74 を制御して可動装置 149 を Z 軸方向に駆動して、第 2 気体室 79 の内容積を変更する。これにより、第 1 気体室 69 の内容積が変化して保持部材 62 が上下方向に変位し、前記の偏荷重による影響、あるいは低周波振動が除去される。

## 【0109】

さらに、ウエハステージ WST の加減速時の反力に起因してウエハステージ定盤 29 に前述の暗振動より低く、上記の低周波振動より高い中間周波数の振動が生じた場合には、ステージ制御装置は、振動センサの計測値に基づいて、ボイスコイルモータ 74 を高速制御することにより、第 2 気体室 79 の内容積を増減変化させることにより、これに応じて第 1 気体室 69 の内容積が増減変化して保持部材 62 が上下方向に振動的に変化し前記の振動が速やかに減衰される。

## 【0110】

このように、防振装置  $31B_1 \sim 31B_3$  では、ボイスコイルモータ 74 を用いて可動装置 149 を上下方向へ駆動することにより、保持部材 62 の重力方向の位置制御を非常に高応答で行うことが可能となっている。

## 【0111】

上述の如く、防振装置  $31B_1 \sim 31B_3$  では、第 1 気体室 69 と第 2 気体室 79 とこれら両者を連通させる配管 Pb の内部空間とから成る一連の空間内の気体（空気）の圧力が一定圧力に維持され、かつその空気の圧力の変化を伴うことなく、可動装置 149 の位置変化により保持部材 62 及びこれに保持された支持対象物 OB の重力方向の位置を制御する構成が採用されている。このため、第 1 気体室 69 の内容積をあまり大きくする必要がないので、防振装置の小型、軽量化を無理なく実現することができる。これは、空気ばねとしては、高剛性になっても、保持部材 62 自体は、Z 軸方向及びチルト方向に非常に低剛性な構造が実現されていること、及び床からの振動などを高剛性でピストン機構 53 側に伝達し、該振動をピストン機構 53 の可動装置 149 の上下動によって効率良く制御することが可能だからである。上記のように配管 Pb を介して第 1 気体室 69 と

第 2 気体室 7 2 の圧力が一定圧力に維持されるには配管 P b の断面積をできるだけ大きくすることが望ましい。配管 P b の断面積が小さいと両気体室 6 9, 7 2 に圧力差が発生し、ボイスコイルモータ 7 4 の高速制御性を悪化させることにもなる。なお、両気体室を共通スペースとした構造（すなわち配管 P b を介さない構造）とするのが最も良い方法であり、この場合、両気体室には圧力差が発生しなくなる。

## 【 0 1 1 2 】

この意味からすると、ダイヤフラム 6 3 自体の剛性に起因して床面などから支持対象物 O B に伝達する振動を予め計測しておき、これについてもボイスコイルモータ 7 4 により積極的に制振することとしても良い。このようにすれば、殆ど全ての振動の支持対象物 O B への伝達を防止することができる。

## 【 0 1 1 3 】

さらに、図 5 に示されるように、ピストン機構 5 3 は、支持対象物 O B の外部を含み、任意の位置に配置できるので、配置の自由度の向上とともにスペースの有効利用が可能となり、ひいては装置のフットプリントの縮減にも寄与することがある。

## 【 0 1 1 4 】

また、ボイスコイルモータ 7 4 は、支持対象物 O B を直接的に駆動するのではなく、ボイスコイルモータ 7 4 の駆動によりエアマウント部 5 1 の保持部材 6 2 の位置が移動するような構成、すなわちボイスコイルモータ 7 4 とエアマウント部 5 1 とが直列に接続されている。換言すれば、支持対象物 O B に対する力の作用点は、1 箇所のみとなっている。このため、前述の従来の防振装置とは異なり、ボイスコイルモータ 7 4 による駆動力の作用のみによって支持対象物 O B に変形が生じることがない。

## 【 0 1 1 5 】

なお、ピストン機構 5 3 において、エアベアリングが設けられた部分から漏れるガスは十分に小さく設定されているが、更に漏れるガスの量を加味して防振装置 3 1 の第 1 気体室 6 9 と第 2 気体室 7 9 とこれら両者を連通させる配管 P b の内部空間とから成る一連の空間内の気体の圧力を電磁レギュレータ 5 5 を介して

制御することとすれば良い。

【0116】

なお、ピストン機構53では、ピストン部材72には、第2気体室79の内部気体の圧力が主としてZ軸方向に作用するので、シリンダ71とピストン部材72との間のエアベアリングはそれ程高い剛性でなくても良く、圧力中心の偏心に起因してピストンにチルト方向の力が作用した際に、ピストン部材72とシリンダ71との衝突を防止できる程度の剛性で十分である。

【0117】

その他の防振装置31A<sub>1</sub>~31A<sub>3</sub>、31C<sub>1</sub>~31C<sub>3</sub>、及び31D<sub>1</sub>~31D<sub>3</sub>は、支持対象物OBが異なる点を除き、上述した防振装置31B<sub>1</sub>~31B<sub>3</sub>と同様に構成されている。

【0118】

例えば、ボディ50及びその搭載物の全体を支持する防振装置31A<sub>1</sub>~31A<sub>3</sub>の場合、総質量10トン=10000kg程度の支持対象物OBを、図5に示されるように3点で支持する必要がある。従って、防振装置31A<sub>1</sub>~31A<sub>3</sub>の受け持つ質量は、約3.3トン程度となる。

【0119】

防振装置31A<sub>1</sub>~31A<sub>3</sub>それぞれのエアマウント部51を構成する保持部材62の受圧部62cの底面（受圧面）の直径を約300mmとすると、ピストン機構53を構成するピストン部材72の底面の直径を約30mmとすると、3.3トンの1/100である約33kgの質量の重り部材73をピストン部材72上に固定することにより、エアマウント部51とピストン機構53の吊り合いがとれることになる。

【0120】

この場合、防振装置が載置される床面の振動などにより、支持対象物OBがZ軸方向に例えば1μm変位した場合には、ボイスコイルモータ74によりその変位を相殺する方向に可動装置149を100μm駆動することにより、第1気体室69及び第2気体室79の内部気体の圧力を維持した状態で、支持対象物OBに床面からの振動が伝達しないように制御することが可能となる。なお、床面に

不図示の加速度センサを設置しておき、該加速度センサの計測値に基づいてボイスコイルモータ 7 4 を制御することにより、支持対象物 O B、すなわちボディ 5 0 及びその搭載物の全体に対して上記床面の振動が伝達するのを効果的に抑制することができる。

#### 【 0 1 2 1 】

また、防振装置 3 1 C<sub>1</sub> ~ 3 1 C<sub>3</sub> によると、前述した防振装置 3 1 B<sub>1</sub> ~ 3 1 B<sub>3</sub> と同様にして、床面 F 側からの微振動（戻り振動を含む）、ウエハステージ W S T の駆動による反力に起因する振動、及びレチクルステージ R S T の駆動による反力に起因する振動が、ボディ 5 0 の各部を介して、支持対象物 O B としての投影光学系 P L に伝達されるのを効果的に抑制することができる。

#### 【 0 1 2 2 】

また、防振装置 3 1 D<sub>1</sub> ~ 3 1 D<sub>3</sub> によると、前述した防振装置 3 1 B<sub>1</sub> ~ 3 1 B<sub>3</sub> と同様にして、床面 F 側からの微振動（戻り振動を含む）、ウエハステージ W S T の駆動による反力に起因する振動が、ボディ 5 0 の各部を介して、支持対象物 O B としてのレチクルステージ定盤 3 3 に伝達されるのを効果的に抑制することができるのと同時に、レチクルステージ R S T の駆動による反力に起因する振動がボディ 5 0 の各部を介して投影光学系 P L に伝達されるのを効果的に抑制することができる。

#### 【 0 1 2 3 】

次に、前述の X Y ステージ 1 4 上でウエハテーブル T B を支持する防振装置 9 1 A ~ 9 1 C について、図 6 ( A ) 及び図 6 ( B ) に基づいて、1 つの防振装置 9 1 A を代表的に採りあげて説明する。

#### 【 0 1 2 4 】

図 6 ( A ) に示されるように、防振装置 9 1 A は、X Y ステージ 1 4 の上面に玉継手（ボールジョイント） 1 1 0 A を介してその下端が連結された上端部が開口した円筒状部材から成る筒状体としての第 1 筒状体 1 1 1 A と、ウエハテーブル T B の下面にボールジョイント 1 1 0 B を介してその上端が連結されるとともに、第 1 筒状体 1 1 1 A の内部に上方から挿入された下端が開口した円筒状部材から成る第 2 筒状体 1 1 1 B とを有するエアマウント部 1 1 4、及び第 1 筒状体

1 1 1 A の外周部に設けられたピストン機構 1 1 3 を備えている。

【 0 1 2 5 】

前記第 1 筒状体 1 1 1 A は、ボールジョイント 1 1 0 A に接続された下端部の外形が円錐状でその円錐部の上方部分が円筒部とされた円筒状部材によって形成されている。前記第 2 筒状体 1 1 1 B は、ボールジョイント 1 1 0 B に接続された上端部の外形が円錐状でその下方部分が円筒状とされた円筒状部材によって形成されている。そして、第 1 筒状体 1 1 1 A の内部に第 2 筒状体 1 1 1 B が挿入され、当該両者間に気体、例えば空気が充填された第 1 気体室 1 1 2 が形成されている。

【 0 1 2 6 】

前記ピストン機構 1 1 3 は、第 1 筒状体 1 1 1 A の外周部に接して固定された上端面が開口した二重円筒状の部材から成るシリンダ 1 1 6 と、該シリンダ 1 1 6 の上部開口を介してその内部空間に上方から挿入された円筒部材から成るピストン部材 1 1 5 とを備えている。

【 0 1 2 7 】

前記シリンダ 1 1 6 の内部空間は、通気路を介して気体室 1 1 2 に連通された第 2 気体室とされている。

【 0 1 2 8 】

なお、ピストン部材 1 1 5 には、前述した防振装置 3 1 A<sub>1</sub> ~ 3 1 D<sub>3</sub> と同様に重り部材を設けることとしても良いが、ここでは、ピストン部材 1 1 5 が比較的重い部材から構成され、その重量によりウエハテーブル T B 及びその搭載物との吊り合いがとれているものとする。

【 0 1 2 9 】

前記第 1 気体室 1 1 2 内には、気体、例えば空気が充填され、この気体の圧力、すなわち第 1 気体室 1 1 2 の内圧は、第 1 筒状体 1 1 1 A に配管 1 2 3 を介して接続された電磁レギュレータ 2 5 5 によって所定の圧力に設定されている。ここで、所定の圧力とは、3つの防振装置 9 1 A ~ 9 1 C によりウエハテーブル T B を支持することが可能な程度の圧力に設定されている。

【 0 1 3 0 】

また、この防振装置 9 1 A では、第 2 筒状体 1 1 1 B の周壁に全周に渡って所定間隔で通気孔 1 5 1 が複数形成されている。これらの通気孔 1 5 1 を介して第 1 気体室 1 1 2 から高圧の内部気体が第 2 筒状体 1 1 1 B と第 1 筒状体 1 1 1 A との隙間に流出し、これにより第 2 筒状体 1 1 1 B が一種の気体静圧軸受け（エアベアリング）として機能するようになっている。そこで、以下では、通気孔 1 5 1 を気体静圧軸受け 1 5 1 とともに記述するものとする。

#### 【 0 1 3 1 】

また、この防振装置 9 1 A においても、ストッパ 1 5 2 が第 1 筒状体 1 1 1 A の周壁内面の複数箇所に設けられている。この防振装置 9 1 A においては、第 2 筒状体 1 1 1 B が保持部材を兼ねている。

#### 【 0 1 3 2 】

このようにして構成された防振装置 9 1 A ～ 9 1 C によって、ウエハテーブル T B が、X Y ステージ 1 4 上で 3 点支持されているので、ウエハテーブル T B は、X、Y、Z、 $\theta x$ 、 $\theta y$ 、 $\theta z$  の 6 自由度方向のいずれの方向に関しても、ほぼ抵抗力が零の状態に駆動可能となっている。

#### 【 0 1 3 3 】

これを更に詳述すると、ウエハテーブル T B が、例えば図 6 (B) 中の紙面右方向に移動した場合には、同図 (図 6 (B)) に示されるように、第 2 筒状体 1 1 1 B が紙面内上側に移動し、エアマウント部 1 1 4 の全長が伸びた状態となり、第 1 気体室 1 1 2 の容積が大きくなる。これに応じて、ピストン機構 1 1 3 では、ピストン部材 1 1 5 が、第 2 気体室の内容積を小さくする方向（紙面下方向）に移動する。このため、防振装置 9 1 A（及び 9 1 B、9 1 C）の横方向（X、Y、 $\theta z$  方向）の剛性を小さく（ほぼ 0 に）することが可能となる。この場合、横方向へのウエハテーブル T B の移動の制御は、前述した E I コア 4 8 X<sub>1</sub>、4 8 X<sub>2</sub>、4 8 Y により行うことが可能であるので、これにより、エアマウント部 1 1 4 が横方向に完全に倒れてしまうのを防止することが可能となっている。

#### 【 0 1 3 4 】

防振装置 9 1 A（及び 9 1 B、9 1 C）の Z、 $\theta x$ 、 $\theta y$  方向に関して、剛性を小さく（ほぼ 0 に）することができることは、上下のボールジョイント、及び

エアマウント部 1 1 4 の伸び縮みが可能であるという構造上の特徴から明らかであり、特に説明は要しないであろう。

## 【 0 1 3 5 】

なお、この場合において、ウエハテーブル T B は 6 自由度方向に高応答でボイスコイルモータ 9 2 A ~ 9 2 C、E I コア 4 8 X<sub>1</sub>、4 8 X<sub>2</sub>、4 8 Y により制御されることから、防振装置 9 1 A ~ 9 1 C は、ウエハテーブル T B の自重のみを保持すれば足り、防振装置 9 1 A ~ 9 1 C 自体は低剛性である方がより望ましい。

## 【 0 1 3 6 】

また、防振装置 9 1 A ~ 9 1 C では、第 1 筒状体 1 1 1 A 及び第 2 筒状体 1 1 1 B から成るエアマウント部 1 1 4 の中心軸と、ピストン機構 1 1 3 の中心軸とが一致しており、これによりスペース効率の良好な防振装置が実現されている。

## 【 0 1 3 7 】

ところで、説明が前後したが、本実施形態では、ウエハ W がウエハテーブル T B 上のウエハホルダに吸着保持された状態を基準状態とし、この基準状態でウエハテーブル T B が所定の Z 位置に保持されるように、第 2 筒状体 1 1 8 の内部底面とピストン部材 1 1 5 の端面（受圧面）との面積比に応じて、ピストン部材 1 1 5 自体の質量（又はピストン部材 1 1 5 に固定される重り部材の質量）を設定することとしている。

## 【 0 1 3 8 】

この場合において、製造段階における質量誤差に起因する負荷変動、配線・配管等の引きずりに起因する負荷変動、あるいはウエハテーブル T B 上に載置された不図示のウエハホルダ及びウエハが取り除かれたときの質量変化に起因する負荷変動については、その負荷の変化を相殺するようにボイスコイルモータ 9 2 A ~ 9 2 C を制御することにより、その負荷変化を相殺することで、ピストン部材 1 1 5 の上下動が限界に達しないように制御することとすれば良い。

## 【 0 1 3 9 】

また、床面側から伝達する振動については、ボイスコイルモータ 9 2 A ~ 9 2 C による制御を行わない場合であっても、ピストン部材 1 1 5（又はピストン部



材 1 1 5 に設けられる重り部材) とウエハテーブル T B にそれぞれ振動が分散されて伝達されるので、通常のエアベローズ防振装置を用いる場合に比べて、振動の減衰率は高い。また、ボイスコイルモータ 9 2 A ~ 9 2 C により制御を行うことにより、高応答な制御が期待できる。

#### 【 0 1 4 0 】

上述のようにして構成された本実施形態の露光装置 1 0 0 では、次のようにして露光動作が行われる。

#### 【 0 1 4 1 】

まず、主制御装置の管理の下、不図示のレチクルローダ、ウエハローダによって、レチクルロード、ウエハロードが行われ、また、不図示のレチクルアライメント顕微鏡、ウエハステージ W S T 上の不図示のオフアクシス方式のアライメント検出系の検出中心から投影光学系 P L の光軸までの距離を計測するベースライン計測等のための各種基準マークが形成された不図示の基準マーク板、不図示のアライメント検出系を用いてレチクルアライメント、ベースライン計測等の準備作業が所定の手順で行われる。

#### 【 0 1 4 2 】

その後、主制御装置により、不図示のアライメント検出系を用いて E G A (エンハンスド・グローバル・アライメント) 等のアライメント計測が実行される。このような動作において、ウエハ W の移動が必要な場合には、主制御装置がステージ制御系を介して、ウエハ W を保持するウエハステージ W S T を所定の方向に移動させる。このようなアライメント計測が終了すると、以下のようにしてステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行われる。

#### 【 0 1 4 3 】

この露光動作にあたって、まず、ウエハ W の X Y 位置が、ウエハ W 上の最初のショット領域 (ファースト・ショット) の露光のための走査開始位置 (加速開始位置) となるように、ウエハステージ W S T が移動される。同時に、レチクル R の X Y 位置が、走査開始位置 (加速開始位置) となるように、レチクルステージ R S T が移動される。そして、主制御装置からの指示に基づき、ステージ制御系がレチクル干渉計 R I F によって計測されたレチクル R の X Y 位置情報、ウエハ

干渉計W I Fによって計測されたウエハWのX Y位置情報に基づき、レチクルRとウエハWとを同期移動させることにより、走査露光が行われる。

## 【0144】

このようにして、1つのショット領域に対するレチクルパターンの転写が終了すると、ウエハステージW S Tが1ショット領域分だけステッピングされて、ショット領域に対する走査露光が行われる。このようにして、ステッピングと走査露光とが順次繰り返され、ウエハW上に必要なショット数のパターンが転写される。

## 【0145】

主制御装置では、上記走査露光時等に、多点フォーカス検出系からの焦点ずれ信号（デフォーカス信号）、例えばSカーブ信号に基づいて焦点ずれが零となるようにウエハWのZ位置及びX Y面に対する傾斜をステージ制御装置を介して制御することにより、オートフォーカス（自動焦点合わせ）及びオートレベリングを実行する。

## 【0146】

以上詳細に説明したように、本実施形態の防振装置によると、エアマウント部51の気体室69の内部気体（より正確には、該気体室69及びこれに連通された気体室79に充填された気体）の圧力により支持対象物OBを保持する保持部材62が重力方向に支持されている。すなわち、内部気体の圧力により支持対象物OBの自重が保持部材62を介して支持されている。また、気体室69と気体室79との少なくとも一方の状態変化に基づいて、気体室79の内容積を変化させて前記気体室69の内容積を変化させる可動装置149を駆動して保持部材62の重力方向の位置を調整するボイスコイルモータ74を備えている。このため、例えば、振動などに起因して保持部材（及び支持対象物OB）が重力方向に変位すると、このときの気体室69の状態変化（ここでは各気体室69、79の内容積の変化や保持部材62の重力方向位置の変化などを含み、支持対象物OB側あるいは外部から防振装置に伝達される振動に起因する各気体室の状態の変化をいう）に基づいてボイスコイルモータ74が可動装置149を駆動することにより、保持部材62の重力方向位置が元の位置に維持される。すなわち、保持部材

62（及び支持対象物OB）に作用する振動が速やかに制振される。また、可動装置149は、支持対象物OBとの接触部を持たないので、可動装置149を駆動してもこれが直接的に支持対象物OBに変形などを生じさせることはなく、各気体室69、79の内容積の変化により支持対象物OBを重力方向に駆動するのみである。従って、気体室69内の気体の剛性が高くなる構造を採用することができるので、気体室69を従来に比べて小さな容積にすることができる。また、気体室79の内容積は気体室69に比べて小さいので、可動装置149を駆動による小さな力で気体室79の内容積を変化させることにより、気体室69の内容積を変化させて保持部材62を重力方向に駆動することができ、しかも気体室69内の気体の剛性を高く設定できるので、可動装置149を駆動することにより、支持対象物OBの重力方向位置を高応答で制御することが可能となる。また、気体室69内の気体の剛性を高く設定できるので、エアクッション（空気ばね）として床振動などの高周波振動の減衰効果が良好となる。すなわち、本実施形態の防振装置によると、除振ないし制振効果が良好で、かつ小型軽量の防振装置が実現される。

## 【0147】

また、本実施形態においては、ピストン部材72の底面積を保持部材62の底面積よりも小さく設定していることにより、支持対象物OBよりも軽量の重りを用いて、エアマウント部51の内部空間69とピストン機構53の内部空間79を所定の状態に吊り合わせることが可能となり、防振装置の軽量化ひいては露光装置全体の軽量化を図ることが可能となっている。

## 【0148】

また、本実施形態においては、調整機構が電磁アクチュエータ（ボイスコイルモータ）によって構成されているので、非常に高応答で保持部材62の高さ方向位置を制御することができる。従って、振動の伝達を非常に効果的に抑制することが可能となっている。

## 【0149】

また、本実施形態においては、可動部分（可動装置149の一部を構成するピストン部材72）は気体静圧軸受け150を介して移動することから、ピストン

部材72とシリンダ71との間が非接触に維持され、またピストン機構53の内部空間79からのガスの流出を抑制することが可能となっている。

## 【0150】

また、ウエハステージWSTに設けられた防振装置91A～91Cによると、第1筒状体114AがXYステージ14に支点を中心に傾倒可能に取り付けられ、内部底面が受圧面とされた有底の第2筒状体114Bは、第1筒状体114Aの内面側に所定の空隙を介して配置され、スライド自在となっている。これにより、第2筒状体114BがウエハテーブルTBを保持する保持部材の役目を果たすこととなり、また第2筒状体がウエハテーブルTBに対して起伏方向の回動を許容した状態で連結されることで、ウエハテーブルTBのXY面内の剛性をほとんど0にすることが可能となり、振動を効果的に抑制することが可能である。

## 【0151】

また、第1筒状体114A及び第2筒状体114Bのうちの内周側に位置する第1筒状体の周壁には、内部空間112から空隙に至る微小開口151が周方向に所定間隔で複数形成されているので、別途真空予圧型気体静圧軸受け等のエアベアリング機構を設けなくても、同様の効果を得ることが可能となり、防振装置の小型化及び軽量化を図ることができる。

## 【0152】

また、本実施形態のステージ装置によると、上記防振装置により、所定方向に移動可能なステージ上でテーブルが保持されるので、テーブルの振動、すなわちウエハの振動の発生が極力抑制される。

## 【0153】

また、本実施形態の露光装置によると、本発明の振動の抑制効果の高い防振装置により、露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分が保持されるので、露光装置本体の振動が効果的に抑制され、これにより高精度な露光を実現することが可能となる。

## 【0154】

なお、上記実施形態の露光装置において、ウエハテーブルTBを保持する防振装置として、図7(A)に示されるような構成の防振装置を採用しても良い。こ

の図7（A）に示される防振装置は、エアマウント部114に調整装置を一体的に設けるのではなく、変形・伸縮自在なベローズ等から成る伸縮管117を介して調整装置113'をエアマウント部114とは別置きで設けている点に特徴を有している。

## 【0155】

このような構成を採用した場合であっても、図6（A）の防振装置と同様の効果を得ることができる。

## 【0156】

なお、XYステージ14上にスペースを確保することができるのであれば、上述した本体コラム50側の防振装置で説明したのと同様に、ピストン部材にボイスコイルモータの可動子を直接接続して可動装置を構成し、ボイスコイルモータにより可動装置を駆動し、エアマウント部及びピストン機構内部の気体室の内容積を積極的に制御することとしても勿論良い。

## 【0157】

なお、上記実施形態では、ウエハステージWSTのウエハテーブルTBを防振装置91A～91Dによって支持する場合について説明したが、これに限らず、レチクルステージRSTを構成する微動ステージ24Bを防振装置91A～91Dと同様の防振装置を用いて支持することとしても良い。

## 【0158】

また、上記実施形態の露光装置において、防振装置31A<sub>1</sub>～31A<sub>3</sub>（以下、適宜「防振装置31A」と総称する）、31B<sub>1</sub>～31B<sub>3</sub>（以下、適宜「防振装置31B」と総称する）、31C<sub>1</sub>～31C<sub>3</sub>（以下、適宜「防振装置31C」と総称する）、及び31D<sub>1</sub>～31D<sub>3</sub>（以下、適宜「防振装置31D」と総称する）のいずれかに代えて、防振装置としては、図8に示されるような防振装置131を採用することも可能である。

## 【0159】

図8に示される防振装置131は、ピストン機構53が前述のピストン機構の構成に加え、気体圧力駆動機構153を更に有している点に特徴を有している。

## 【0160】

すなわち、ピストン機構 5 3 を構成するピストン部材 7 2 の上部に前述の可動子と同様の可動子 7 4 a を介してピストン部としてのピストン部材 1 7 2 が接続されている。このピストン部材 1 7 2 は、下面が開口した円筒状のシリンダ 1 7 1 に挿入され、ピストン部材 1 7 2 の外周面には、ピストン部材 7 2 と同様に不図示の気体静圧軸受け、例えばエアベアリングが設けられている。これによって、シリンダ 1 7 1 とピストン部材 1 7 2 との間にほぼ気密状態の気体室 8 9 が構成されている。シリンダ 1 7 1 には、電磁レギュレータ 1 5 5 が接続されており、この電磁レギュレータ 1 5 5 により、不図示の主制御装置の指示の下、ステージ制御装置によって気体室 8 9 内部の気体（前述の第 2 気体室 7 9 内の気体と同一种類でも異なる種類でも良い）の圧力が制御されるようになっている。すなわち、シリンダ 1 7 1、ピストン部材 1 7 2、気体室 8 9、及び電磁レギュレータ 1 5 5 によって、気体圧力駆動機構 1 5 3 が構成されている。

## 【0161】

このように気体圧力駆動機構 1 5 3 を設けることにより、次のような効果が得られる。

## 【0162】

例えば、支持対象物 O B の上にウエハステージ W S T 等の移動体が載置される場合には、その移動体が移動すると、支持対象物 O B を支持している 3 つの防振装置 1 3 1 に掛かる負荷（重量）もそれぞれ変化することになる。この場合、通常は、エアマウント部 5 1 を構成するハウジング 6 1 側に接続された電磁レギュレータ 5 5 を制御して第 1 気体室 6 9 の内圧を調整して、負荷と第 1 気体室 6 9 の内圧とをバランスさせることが行われる。しかし、単に電磁レギュレータ 5 5 により第 1 気体室 6 9 の内圧を上げようとする、パスカルの原理により第 2 気体室 7 9 の内圧も上昇し、大気圧との差に起因してピストン部材 7 2 が上昇する方向に移動し、反対に内圧を下げようとする、ピストン部材 7 2 は下降する方向に移動してしまうことになる。このピストン部材 7 2 の上下動は、保持部材 6 2 の上下動の原因となるので、この保持部材 6 2 の上下方向への移動を阻止する力を発生する必要がある。

## 【0163】

このような場合に、図 8 の防振装置 1 3 1 では、ボイスコイルモータ 7 4 を用いて定常的な力を発生させることなく、気体圧力駆動機構 1 5 3 の内部圧力を調整することにより、定常的な力を発生させることができる。これにより、ピストン部材 7 2 の移動を抑制することが可能となる。従って、例えば、ボイスコイルモータ 7 4 を用いて定常的な力を発生させる場合と比べ、ボイスコイルモータ 7 4 からの発熱が抑制され、ボイスコイルモータ 7 4 周辺の温度変化を効果的に抑制することが可能となる。

## 【 0 1 6 4 】

なお、図 8 に示される防振装置 1 3 1 に更に変更を加えた、図 9 に示されるような構成の防振装置 2 3 1 を採用することも可能である。この図 9 に示される防振装置 2 3 1 は、図 8 の防振装置 1 3 1 を構成する気体圧力駆動機構 1 5 3 に代えて、気体圧力駆動機構 1 5 3' が設けられている点に特徴を有している。

## 【 0 1 6 5 】

この気体圧力駆動機構 1 5 3' では、シリンダ 1 7 1' がシリンダ 7 1 と気密に連結した状態となっている。このような気体圧力駆動機構 1 5 3' を採用することにより、ピストン部材 7 2 外周部のエアベアリングの設けられた部分（ピストン部材 7 2 とシリンダ 7 1 との間の隙間）から漏れ出してくる気体（例えば空気）が気体圧力駆動機構 1 5 3' 側へと浸入するので、気体の供給はエアマウント部 5 1 側の電磁レギュレータ 5 5 により行い、ピストン機構 5 3 側の電磁レギュレータ 1 5 5 によって気体を排出することで、気体の供給及び排気経路を一系統にすることが可能となる。このようにすることにより、シリンダ 7 1 側からの気体の漏出量が多い場合であっても、第 1 気体室 6 9 及び第 2 気体室 7 9 の内圧を十分に高く維持することが可能となる。

## 【 0 1 6 6 】

更に、水平方向の剛性（横剛性）は、ダイヤフラム 6 3 の剛性の寄与が大きいため、横方向の防振効果が十分に得られない（すなわち、横方向の床振動の支持対象物 O B への伝達を抑制することが難しい）ことから、上記図 4 ～図 9 を用いて説明した縦方向の剛性に効果のある防振装置 3 1 B<sub>2</sub>, 1 3 1, 2 3 1 に、図 1 0 (A) に示されるような横剛性軽減機構 8 0 を設けることも可能である。

## 【0167】

この図10(A)に示されるように、横剛性軽減機構80は第1底壁部材としての板部材81A及び第2底壁部材としての板部材81Bと、該板部材81A、81Bにより挟まれた弾性部材としてのダイヤフラム82とを備えている。このダイヤフラム82は、断面C字状(半円状)で全体的に見てリング状の形状を有している。

## 【0168】

また、上側に位置する板部材81A及びエアマウント部51を構成するハウジング61のそれぞれには、第1気体室69内の気体と板部材81Aの下面側の気体の流通を行うための貫通孔 $OP_1$ 、 $OP_2$ が形成されている。

## 【0169】

このような横剛性軽減機構80を採用することにより、防振装置の横剛性を低くすることができるので、これにより、床面側からの横振動が支持対象物OBに伝達するのを抑制することが可能となっている。

## 【0170】

また、図10(B)に示されるようにエアマウント部51とピストン機構53をそれぞれ構成するハウジング61、71の底壁を取り去り、横剛性軽減機構80の上側の板部材81Aをハウジング61、71の底壁の代わりに用いることとしても良い。このようにすることにより、防振装置の小型化及び軽量化を図ることが可能となる。

## 【0171】

なお、横剛性軽減機構としては、上記ダイヤフラムを用いるものに代えて、エアベアリングを用いる構成を採用することも可能である。エアベアリング機構としては、2枚の板部材の間に、通常使用されるエアベアリングを設けることとしても勿論良いが、図11に示されるような構成を採用することも可能である。

## 【0172】

この図11に示される横剛性軽減機構80'は、エアマウント部51'の底壁181Aとして開口81dが形成された枠状部材を用い、該枠状部材から成る底壁181Aの下側に板状部材181Bを設ける。このようにすることで、エアマ



ウント部 5 1' のハウジング 6 1' 内は高圧であることから底壁 1 8 1 A と板状部材 1 8 1 B との間の隙間から漏れ出そうとする気体、例えば空気の静圧により板状部材 1 8 1 B の上方に数  $\mu$  m 程度以下のクリアランスを維持した状態で、底壁 1 8 1 A より上側の部分が浮上支持され、底壁 1 8 1 A の下面にエアベアリングを設けた場合と同様の効果が得られる。

## 【 0 1 7 3 】

このような横剛性軽減機構 8 0' を採用することにより、エアマウント部 5 1' と床面側の部材（板状部材 1 8 1 B）とを X, Y,  $\theta$  z 方向に非接触とすることが可能となり、床面側からの振動が支持対象物 O B に伝達するのを抑制することが可能となる。

## 【 0 1 7 4 】

なお、上記実施形態では、可動装置がピストンの役目を果たす場合について説明したが、これに限らず、可動装置としては、支持対象物の自重を内部気体の圧力により保持部材を介して支持する第 1 気体室に連通された第 2 気体室の容積を変化させることができるものであればいかなる構成を採用しても良く、例えばダイヤフラムや、ばねなどの弾性部材を用いた構成を採用することとしても良い。

## 【 0 1 7 5 】

## 《第 2 の実施形態》

次に、本発明の第 2 の実施形態を図 1 2 に基づいて説明する。この第 2 の実施形態に係る露光装置では、前述の第 1 の実施形態の露光装置 1 0 0 のボディの各部に設けられた防振装置 3 1 A、3 1 B、3 1 C 及び 3 1 D のいずれかに代えて、防振装置として、図 1 2 に示される防振装置 4 3 1 が用いられている点に特徴を有し、その他の部分の構成などは、第 1 の実施形態と同様である。従って、以下では、重複説明を回避する観点から、防振装置 4 3 1 を中心に説明するとともに、同一の構成部分については同一の符号を用いるものとする。

## 【 0 1 7 6 】

本第 2 の実施形態の防振装置 4 3 1 は、図 1 2 に示されるように、支持対象物 O B（支持対象物 O B は、前記第 1 の実施形態と同様である）を、下方から支持するエアマウント部 4 5 1 と、該エアマウント部 4 5 1 に近接して設けられ、エ

アマウント部 4 5 1 の内部に形成された第 1 気体室 4 6 9 に配管 P b を介して連通された第 2 気体室 7 9 を有するピストン機構 5 3 と、第 1 気体室 4 6 9 及び第 2 気体室 7 9 内に充填された気体、例えば空気の圧力を調整する電磁レギュレータ 5 5 とを備えている。

## 【 0 1 7 7 】

前記エアマウント部 4 5 1 は、底板部 4 6 1 A と概略円筒状の側壁部 4 6 1 B とから構成されたハウジング 4 6 1 と、該ハウジング 4 6 1 の上部開口に第 1 の弾性部材としてのダイヤフラム 6 3 a を介して接続され、上部開口の内部に位置する保持部材 1 6 2 とを備えている。ダイヤフラム 6 3 a は、断面が円形の管状部材から成る全体として円環状（ドーナツ状）の例えばゴム製あるいはこれと同程度の弾性力を有する他の素材から成り、上記管状部材の断面が半円となるように、円環の中心軸に直交する断面に沿って 2 等分した形状を有している。このダイヤフラム 6 3 は、その外周縁がハウジング 6 1 の上部開口の周縁に接続され、かつ内周縁が保持部材 6 2 を構成する段付き筒部材 9 3 の上端部の外周縁に接続されている。この場合、ハウジング 4 6 1 とダイヤフラム 6 3 a と保持部材 1 6 2 とによって、ハウジング 4 6 1 の内部にほぼ密閉空間から成る第 1 気体室 4 6 9 が形成されている。保持部材 1 6 2 は、第 1 気体室 4 6 9 内部の空気などの気体の圧力（以下、適宜「第 1 気体室 4 6 9 の内部気体の圧力」、又は「第 1 気体室 4 6 9 の内圧」）と記述する）により所定位置で支持されている。

## 【 0 1 7 8 】

ダイヤフラム 6 3 a は、Z 軸方向及びチルト方向（ $\theta_x$  及び  $\theta_y$  方向）の剛性が低く、水平方向（主として X 及び Y 方向）への剛性が高いという性質を有している。これにより、第 1 気体室 4 6 9 が気密に維持された状態で、保持部材 1 6 2 が Z 軸方向及びチルト方向にフレキシブルに移動できるようになっている。

## 【 0 1 7 9 】

前記保持部材 1 6 2 は、円板状の受圧部 6 2 c と、下端が受圧部 6 2 c の上面に固定された軸部 6 2 b と、該軸部 6 2 b の上端にその下面が固定された前述の受圧部 6 2 c と同様の円板状の保持部 6 2 a と、前記受圧部 6 2 c と第 2 の弾性部材としてのダイヤフラム 6 3 b を介して接続された段付き筒状部材 9 3 とを備

えている。ダイヤフラム 6 3 b は、前述したダイヤフラム 6 3 a と同様の形状及び性質を有しており、その外周縁が段付き筒状部材 9 3 の下部開口の周縁に接続され、かつ内周縁が受圧部 6 2 c を構成する段付き筒状部材 9 3 の下端部の外周縁に接続されている。図 1 2 から分かるように、段付き筒状部材 9 3 の内部空間に受圧部 6 2 c 全体と軸部 6 2 b の大半が挿入された状態となっている。なお、前記軸部 6 2 b は、上記第 1 実施形態の防振装置を構成する軸部 6 2 と比較して、その全長が比較的長く設定されている。

## 【 0 1 8 0 】

前記ピストン機構 5 3 は、前述した第 1 の実施形態の防振装置を構成するピストン機構と同様の構成となっている。

## 【 0 1 8 1 】

上記のように構成される防振装置 4 3 1 では、上記第 1 の実施形態と同様に、例えば床面 F 側からの高周波振動である微振動（暗振動）は、防振装置 4 3 1 を構成する第 1 気体室 4 6 9 内の空気の減衰力（エアマウント部 4 5 1 から構成される空気ばねの弾性力）により例えばマイクロ G レベルで絶縁される。

## 【 0 1 8 2 】

また、例えばウエハステージ W S T の移動によりウエハステージ定盤に生じる偏荷重により、防振装置に大きな力が作用したり、低周波の振動が生じたりした場合には、ステージ制御装置は、前述の変位センサあるいは振動センサの計測値に基づいて、ボイスコイルモータを制御して可動装置 1 4 9 を Z 軸方向に駆動して、第 2 気体室 7 9 の内容積を変更する。これにより、第 1 気体室 4 6 9 の内容積が変化して保持部材 1 6 2 が上下方向に変位し、前記の偏荷重による影響、あるいは低周波振動が除去される。

## 【 0 1 8 3 】

さらに、ウエハステージ W S T の加減速時の反力に起因してウエハステージ定盤に前述の暗振動より低く、上記の低周波振動より高い中間周波数の振動が生じた場合には、ステージ制御装置は、振動センサの計測値に基づいて、ボイスコイルモータ 7 4 を高速制御することにより、第 2 気体室 7 9 の内容積を増減変化させることにより、これに応じて第 1 気体室 4 6 9 の内容積が増減変化して保持部

材 1 6 2 が上下方向に振動的に変化し前記の振動が速やかに減衰される。

【0 1 8 4】

このように、防振装置 4 3 1 においても、ボイスコイルモータ 7 4 を用いて可動装置 1 4 9 を上下方向へ駆動することにより、保持部材 6 2 の重力方向の位置制御を非常に高応答で行うことが可能となっている。

【0 1 8 5】

また、本第 2 の実施形態の防振装置 4 3 1 の軸部は、前述した第 1 の実施形態の防振装置の保持部材を構成する軸部と比べ、長く設定されていることから、その下側（受圧部）でダイヤフラム 6 3 b により支持されると、上述のようにダイヤフラム 6 3 b は、Z 軸方向及びチルト方向（ $\theta_x$  及び  $\theta_y$  方向）の剛性が低く、水平方向（主として X 及び Y 方向）への剛性が高いという性質を有しているため、保持部材 6 2 の上端部の横変位量（水平面内の変位量） $\Delta$  は、支持部 6 2 a と受圧部 6 2 c との距離を L、チルト角を  $\theta$ （微小角）とすると、幾何学的な関係から、

$$\Delta = L \times \theta \quad \dots (1)$$

と表される。従って、軸部 6 2 b を本第 2 の実施形態のように長く設定することにより、横変位量を大きくすることができ、これにより横方向の剛性を極力小さくすることが可能となる。すなわち、X、Y、 $\theta_z$  方向の剛性をほぼ 0 にすることができるので、床が横振動等した場合であっても、その振動が支持対象物 O B に伝達することはほとんどない。

【0 1 8 6】

以上説明したように、本第 2 の実施形態によると、第 1 の実施形態と同様の防振効果が得られるほか、水平方向の剛性を低くすることができるので、水平方向に対しても低剛性な防振装置を実現することができる。すなわち、換言すれば、本実施形態の防振装置により支持対象物を支持することにより、支持対象物の効果的な制振及び除振を行うことが可能となる。

【0 1 8 7】

また、本実施形態の露光装置によると、制振及び防振効果の高い防振装置により、露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分が保持されるので、露光

装置本体の振動が効果的に抑制され、これにより高精度な露光を実現することが可能となる。

## 【0188】

なお、図12の防振装置431においては、エアマウント部451に接続されるピストン機構53が、ボイスコイルモータ74を有し、該ボイスコイルモータ74により可動装置149が駆動される場合について説明したが、これに限らず、上述した第1の実施形態の変形例において説明した各種シリンダ機構（別シリンダ機構を有するもの等）を採用することとしても良い。

## 【0189】

## 《第3の実施形態》

次に、本発明の第3の実施形態を図13に基づいて説明する。この第3の実施形態に係る露光装置では、前述の第1の実施形態の露光装置100のボディの各部に設けられた防振装置31A、31B、31C及び31Dのいずれかに代えて、防振装置として、図13に示される防振装置531が用いられている点に特徴を有し、その他の部分の構成などは、第1の実施形態と同様である。従って、以下では、重複説明を回避する観点から、防振装置431を中心に説明するとともに、同一の構成部分については同一の符号を用いるものとする。

## 【0190】

本第3の実施形態の防振装置531は、図13に示されるように、支持対象物OBを、下方から支持するエアマウント部551と、該エアマウント部551に近接して設けられ、エアマウント部551の内部に形成された第1気体室469に配管Pbを介して連通された第2気体室79を有するピストン機構53と、第1気体室469及び第2気体室79内に充填された気体、例えば空気の圧力を調整する電磁レギュレータ55とを備えている。

## 【0191】

前記エアマウント部551は、ハウジング461と、該ハウジング461の上部開口に第1の弾性部材としてのダイヤフラム63aを介して接続され、上部開口の内部に位置する保持部材162'とを備えている。

## 【0192】

前記保持部材 1 6 2' は、円板状の受圧部 6 2 c と、下端が受圧部 6 2 c の上面に固定された軸部 6 2 b と、該軸部 6 2 b の上端にその下面が固定された前述の受圧部 6 2 c と同様の円板状の保持部 6 2 a と、前記受圧部 6 2 c にダイヤフラム 6 3 b を介して接続された概略筒状の下部筒状体 9 3 b と、該下部筒状体 9 3 b の上方に所定間隔をあけて配置され、その上端部にてハウジング 4 6 1 の上部開口の内周縁とダイヤフラム 6 3 a を介して接続された上部筒状体 9 3 a とを備えている。

## 【 0 1 9 3 】

前記下部筒状体 9 3 b と前記上部筒状体 9 3 a との間には、不図示のエアベアリング機構が設けられ、両筒状体の間に所定間隔が維持されるようになっている。この場合、上部筒状体 9 3 a は、非常に軽い部材から構成されている。また、下部筒状体 9 3 b の方が上部筒状体 9 3 a よりも一回り大きな径を有しており、また、下部筒状体 9 3 b の上面及び下面の露出部分（第 1 気体室 4 6 9 の内圧を受ける部分（図 1 3 中のダブルハッチング部））の面積は同一に設定されているので、下部筒状体 9 3 b を支持するダイヤフラム 6 3 b は、下部筒状体 9 3 b の自重を支持することができる程度の支持力を有していれば良い。

## 【 0 1 9 4 】

このように構成される本第 3 の実施形態の防振装置では、支持対象物 O B に直接接続されている部分（支持部 6 2 a、軸部 6 2 b、受圧部 6 2 c、下部筒状体 9 3 b）と、床面側の部材に直接接続されている部分（ハウジング 4 6 1、上部筒状体 9 3 a）とが、6 自由度方向で完全に非接触となっている。

## 【 0 1 9 5 】

以上説明したように、本第 3 の実施形態の防振装置によると、上記第 1、第 2 の実施形態と同様、高周波及び低周波のいずれの振動をも制振及び除振することが可能であり、更に、6 自由度方向で完全に非接触とされていることから、いずれの方向についても剛性がほぼ 0 の防振装置を実現することが可能となっている。したがって、防振装置が設置される床面からの振動が伝達しようとしても、床面側の部材に接続されている部分と、支持対象物を支持する部分とが完全非接触であるので、支持対象物に振動が伝達することはほとんどない。

## 【 0 1 9 6 】

換言すれば、本実施形態の防振装置により支持対象物を支持することにより、支持対象物の効果的な制振及び除振を行うことが可能となる。

## 【 0 1 9 7 】

また、本第 3 の実施形態の露光装置によると、制振及び防振効果の高い防振装置により、露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分が保持されるので、露光装置本体の振動が効果的に抑制され、これにより高精度な露光を実現することが可能となる。

## 【 0 1 9 8 】

なお、図 1 3 の防振装置 5 3 1 においては、エアマウント部 5 5 1 に接続されるピストン機構 5 3 が、ボイスコイルモータ 7 4 を有し、該ボイスコイルモータ 7 4 により可動装置 1 4 9 が駆動される場合について説明したが、これに限らず、上述した第 1 の実施形態の変形例において説明した各種シリンダ機構（別シリンダ機構を有するもの等）を採用することとしても良い。

## 【 0 1 9 9 】

なお、上記第 3 の実施形態では、防振装置のエアマウント部 5 5 1 を構成する下部筒状体 9 3 b の上面、下面における受圧面積を同一に設定することとしたが、これに限らず、下面の受圧面積を上面の受圧面積よりも大きく設定し、下面にかかる力と上面にかかる力の差分により下部筒状体 9 3 b の自重を支持することとすれば、下部筒状体 9 3 b が空気ばねによって大きく位置変化するようになるので、下部筒状体 9 3 b が他の部分に衝突しないよう設計するのみで、6 自由度方向の剛性の低い防振装置を実現することができる。

## 【 0 2 0 0 】

## 《第 4 の実施形態》

次に、本発明の第 4 の実施形態を図 1 4 に基づいて説明する。この第 4 の実施形態に係る露光装置では、前述の第 1 の実施形態の露光装置 1 0 0 のボディの各部に設けられた防振装置 3 1 A、3 1 B、3 1 C 及び 3 1 D のいずれかに代えて、防振装置として、図 1 4 に示される防振装置 6 3 1 が用いられている点に特徴を有し、その他の部分の構成などは、第 1 の実施形態と同様である。従って、以

下では、重複説明を回避する観点から、防振装置 6 3 1 を中心に説明するとともに、同一の構成部分については同一の符号を用いるものとする。

#### 【 0 2 0 1 】

本第 4 の実施形態の防振装置 6 3 1 は、図 1 4 に示されるように、支持対象物 O B を、下方から支持するエアマウント部 6 5 1 と、該エアマウント部 6 5 1 に近接して設けられ、エアマウント部 6 5 1 の内部に形成された第 1 気体室 4 6 9 に配管 P b を介して連通された第 2 気体室 7 9 を有するピストン機構 5 3 と、第 1 気体室 4 6 9 及び第 2 気体室 7 9 内に充填された気体、例えば空気の圧力を調整する電磁レギュレータ 5 5 とを備えている。

#### 【 0 2 0 2 】

前記エアマウント部 6 5 1 は、ハウジング 4 6 1 と、該ハウジング 4 6 1 の上部開口に第 1 の弾性部材としてのダイヤフラム 6 3 a を介して接続され、上部開口の内部に位置する保持部材 1 6 2 ” とを備えている。

#### 【 0 2 0 3 】

前記保持部材 1 6 2 ” は、円板状の受圧部 6 2 c と、下端が受圧部 6 2 c の上面に固定された軸部 6 2 b と、該軸部 6 2 b の上端にその下面が固定された前述の受圧部 6 2 c と同様の円板状の保持部 6 2 a と、前記受圧部 6 2 c にダイヤフラム 6 3 b を介して接続された筒状の下部筒状体 9 3 c と、該下部筒状体 9 3 c の内側に所定のクリアランスを介して配置され、その上端部にてハウジング 4 6 1 の上部開口の内周縁とダイヤフラム 6 3 a を介して接続された上部筒状体 9 3 a とを備えている。

#### 【 0 2 0 4 】

前記下部筒状体 9 3 c の周壁には、その全周に渡って所定間隔で通気孔 1 9 3 が複数形成されている。これらの通気孔 1 9 3 を介して第 1 気体室 4 6 9 から高圧の内部気体が上部筒状体 9 3 a と下部筒状体 9 3 c との隙間に流出し、これにより下部筒状体 9 3 c が一種の気体静圧軸受け（エアベアリング）として機能するようになっている。そこで、以下では、通気孔 1 9 3 を気体静圧軸受け 1 9 3 とも記述するものとする。気体静圧軸受け 1 9 3 により、下部筒状体 9 3 c と上部筒状体 9 3 a との間に所定間隔が維持されるようになっている。また、上部筒



状体 9 3 a は、ダイヤフラム 6 3 a によって所定の状態で保持される程度に、軽量な部材から構成されている。

【 0 2 0 5 】

このように構成される本第 4 の実施形態の防振装置では、これまでに説明した高周波及び低周波のいずれの振動の除振を効果的に行うことができるのに加え、以下のような効果を有する。すなわち、上下方向に延びる上部筒状体 9 3 a は、上面が開口したハウジング 4 6 1 の開口端部に環状のダイヤフラム 6 3 a を介して支持され、下部筒状体 9 3 c は、上部筒状体 9 3 a の内側に所定のクリアランスを介して配置され、上部筒状体 9 3 a に対して相対的にスライド可能とされている。また、上端部がハウジング外部で支持対象物 O B を下方から支持する揺動部材（支持部 6 2 a、軸部 6 2 b、受圧部 6 2 c から成る構造物）は、その下端の受圧部 6 2 c が下部筒状体 9 3 c の下端に環状のダイヤフラム 6 3 b を介して接続され、ハウジング 4 6 1、ダイヤフラム 6 3 a、上部筒状体 9 3 a 及びダイヤフラム 6 3 b とともに第 1 気体室 4 6 9 を区画する受圧部 6 2 c の底面に作用する第 1 気体室 4 6 9 内の気体圧力により浮上支持されている。すなわち、支持対象物 O B を下方から支持する揺動部材はその下端の受圧部 6 2 c がダイヤフラム 6 3 b を介して下部筒状体 9 3 c の下端に接続されていることから、チルト方向の自由度が高い。このため、支持対象物 O B が水平方向（横方向）に変位した際には、この変位に応じて揺動部材が容易にチルトする。また、チルト角度が所定角度（ダイヤフラム 6 3 b の剛性によって許容される角度）を超えると、揺動部材とともに、上部筒状体 9 3 a 及び下部筒状体 9 3 c が一緒にチルトし、かつ下部筒状体 9 3 c の横変位量に応じて下部筒状体 9 3 c が上部筒状体 9 3 a に対してスライドする。このため、支持対象物 O B は水平面内でその高さを変えることなく横方向に移動することができる。また、揺動部材の上下方向の移動は、下部筒状体 9 3 c が上部筒状体 9 3 a に対してスライドすることにより容易に実現される。従って、Z、X、Y、 $\theta x$ 、 $\theta y$ 、 $\theta z$  の 6 自由度方向について低剛性な防振装置を実現することができる。

【 0 2 0 6 】

換言すれば、いずれの方向の振動に対してもその振動を揺動部材の位置姿勢変

化によって減衰させ、支持対象物の効果的な制振及び除振を行うことが可能となる。

【 0 2 0 7 】

また、本第 4 の実施形態の露光装置によれば、制振及び防振効果の高い防振装置により、露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分が保持されるので、露光装置本体の振動が効果的に抑制され、これにより高精度な露光を実現することが可能となる。

【 0 2 0 8 】

なお、上記第 4 の実施形態では、上部筒状体 9 3 a が下部筒状体 9 3 c の内側に配置された場合について説明したが、これに限られるものではなく、上部筒状体 9 3 a を下部筒状体 9 3 c の外側に配置されるような構成を採用しても良い。この場合、上部筒状体 9 3 a 側に気体静圧軸受けを形成すれば良い。このようにすることで、第 1 気体室 4 6 9 内の気圧により上部筒状体 9 3 a の自重を支えることが可能となるので、上部筒状体 9 3 a としてさほど軽量の部材を用いなくても良いこととなる。

【 0 2 0 9 】

なお、上記第 4 の実施形態では、気体静圧軸受けとして下部筒状体 9 3 c の全周にわたって形成された複数の微小開口 1 9 3 を採用するものとしたが、これに限らず、エアベアリング機構を下部筒状体 9 3 c の内周面あるいは上部筒状体 9 3 a の外周面に設けることとしても良い。

【 0 2 1 0 】

なお、上記第 4 の実施形態においても、これまでと同様に、エアマウント部 6 5 1 に接続されるピストン機構としては、第 1 の実施形態で説明した種々の構成を採用することが可能である。

【 0 2 1 1 】

《第 5 の実施形態》

次に、本発明の第 5 の実施形態を図 1 5 に基づいて説明する。この第 5 の実施形態に係る露光装置では、前述の第 1 の実施形態の露光装置 1 0 0 のボディの各部に設けられた防振装置 3 1 A、3 1 B、3 1 C 及び 3 1 D のいずれかに代えて

、防振装置として、図 1 5 に示される防振装置 7 3 1 が用いられている点に特徴を有し、その他の部分の構成などは、第 1 の実施形態と同様である。従って、以下では、重複説明を回避する観点から、防振装置 7 3 1 を中心に説明するとともに、同一の構成部分については同一の符号を用いるものとする。

#### 【 0 2 . 1 2 】

本第 5 の実施形態の防振装置 7 3 1 は、図 1 5 に示されるように、支持対象物 O B を、下方から支持するエアマウント部 7 5 1 と、該エアマウント部 7 5 1 に近接して設けられ、エアマウント部 7 5 1 の内部に形成された第 1 気体室 4 6 9 に配管 P b を介して連通された第 2 気体室 7 9 を有するピストン機構 5 3 と、第 1 気体室 4 6 9 及び第 2 気体室 7 9 内に充填された気体、例えば空気の圧力を調整する電磁レギュレータ 5 5 とを備えている。

#### 【 0 2 1 3 】

前記エアマウント部 7 5 1 は、ハウジング 4 6 1 と、該ハウジング 4 6 1 の上部開口に第 1 の弾性部材としてのダイヤフラム 6 3 a を介して接続され、上部開口の内部に位置する保持部材 2 6 2 とを備えている。

#### 【 0 2 1 4 】

前記保持部材 2 6 2 は、円板状の受圧部 6 2 c と、下端が受圧部 6 2 c の上面に固定された 4 本の軸部 6 2 b' と、該軸部 6 2 b' の上端にその下面が固定された前述の受圧部 6 2 c と同様の円板状の保持部 6 2 a と、前記受圧部 6 2 c にダイヤフラム 6 3 b を介して接続された筒状の下部筒状体 9 3 c と、該下部筒状体 9 3 c の内側に所定のクリアランスを介して配置され、その上端部にてハウジング 4 6 1 の上部開口の内周縁とダイヤフラム 6 3 a を介して接続された上部筒状体 9 3 a とを備えている。この場合、上部筒状体 9 3 a は、ダイヤフラム 6 3 a の他、第 1 支持機構 2 1 1 A を介してハウジング 4 6 1 と接続されている。また、下部筒状体 9 3 c は、ダイヤフラム 6 3 b の他、第 2 支持機構 2 1 1 B を介して受圧部 6 2 c と接続されている。

#### 【 0 2 1 5 】

前記第 1 支持機構 2 1 1 A は、上部筒状体 9 3 a の上端部に架設された、例えば板状の第 1 支持部材としての被支持具 1 0 1 と、ハウジング 6 1 の上部開口部

分に架設され、被支持具 1 0 1 を上部筒状体 9 3 a の中心軸と一致する位置にて下側から支持する支持アームとしての支持具 1 0 2 とを備えている。支持具 1 0 2 と被支持具 1 0 1 との間は、玉継手（ボールジョイント）1 0 3 によって連結されている。

## 【0 2 1 6】

また、前記第 2 支持機構 2 1 1 B は、下部筒状体 9 3 c の下端部近傍に設けられた例えば板状の第 2 支持部材としての被支持具 1 0 4 から構成され、この被支持具 1 0 4 により、その中央部に設けられた玉継手（ボールジョイント）1 0 5 を介して受圧部 6 2 c と下部筒状体 9 3 c とが連結されている。

## 【0 2 1 7】

その他の構成は、これまでに説明した防振装置と同様となっている。

## 【0 2 1 8】

このように構成される防振装置 7 3 1 によると、第 1 支持機構 2 1 1 A 及び第 2 支持機構 2 1 1 B により上部筒状体 9 3 a 及び下部筒状体 9 3 c が回転方向のみ許容された状態で支持され、Z, X, Y 方向の自由度が拘束されているので、防振装置の挙動の乱れが抑制されることとなる。

## 【0 2 1 9】

なお、図 1 6 に示されるように、第 1 支持機構 2 1 1 A を構成する支持具 1 0 2 による被支持具 1 0 1 の支持点（ボールジョイントが設けられる点）とダイヤフラム 6 3 a の回転中心を一致させ、第 2 支持機構 2 1 1 B を構成する支持具 1 0 4 による受圧部 6 2 c の支持点（ボールジョイントが設けられる点）とダイヤフラム 6 3 b の回転中心を一致させることとし、第 1 支持機構 2 1 1 A を構成する支持具 1 0 2 と被支持具 1 0 1 との間にボールジョイントを中心とした被支持具の回転を抑制するための弾性部材（圧縮コイルばね）を設けることとしても良い。このようにすることで、より安定した防振装置の性能が発揮されることとなる。

## 【0 2 2 0】

なお、第 1 支持機構 2 1 1 A を構成する支持具 1 0 2 と被支持具 1 0 1 の間に弾性部材（圧縮コイルばね）を設ける代わりに、ボールジョイントの回転方向の

剛性やダイヤフラムの剛性を高めることにより、上部筒状体 9 3 a の回転方向の剛性を高くすることも可能である。

#### 【 0 2 2 1 】

以上説明したように、本第 5 の実施形態の防振装置によると、これまでに説明した各実施形態と同様に、高周波及び低周波の振動を効果的に制振及び除振することができる他、様々な状態に位置姿勢変化することにより元の状態に復帰できないような事態の発生を効果的に抑制することができる。したがって、防振装置の機能を安定して発揮させることが可能となる。

#### 【 0 2 2 2 】

換言すれば、安定して、いずれの方向の振動に対してもその振動を揺動部材の位置姿勢変化によって減衰させ、支持対象物の効果的な制振及び除振を行うことが可能となる。

#### 【 0 2 2 3 】

また、本第 5 の実施形態の露光装置によれば、制振及び防振効果の高く、安定した性能を発揮する防振装置により、露光装置本体を構成する少なくとも一部の構成部分が保持されるので、露光装置本体の振動が効果的に抑制され、これにより高精度な露光を実現することが可能となる。

#### 【 0 2 2 4 】

なお、上記第 5 の実施形態における第 1 支持機構と上部筒状体 9 3 a との連結部分、及び第 2 支持機構と下部筒状体 9 3 c との連結部分に玉継手（ボールジョイント）を採用するものとしたが、これに限られるものではなく、フレキシヤ等の回転方向のみに自由度を有する連結機構であれば、その他種々の機構を採用することが可能である。

#### 【 0 2 2 5 】

なお、上記第 5 の実施形態においても、これまでと同様に、エアマウント部 6 5 1 に接続されるピストン機構としては、第 1 の実施形態で説明した種々の構成を採用することが可能である。

#### 【 0 2 2 6 】

なお、上記各実施形態では、本発明がシングルウエハステージタイプのステッ

プ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、ダブルウエハステージタイプのステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置は勿論、ステップ・アンド・リピート型の投影露光装置、あるいはプロキシミティ方式の露光装置など他の露光装置にも適用できる。

## 【 0 2 2 7 】

なお、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより、上記実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

## 【 0 2 2 8 】

また、本発明は、半導体製造用の露光装置に限らず、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写する液晶用の露光装置、プラズマディスプレイや有機ELなどの表示装置、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCDなど）、マイクロマシン、DNAチップなどを製造するための露光装置などにも適用することができる。

## 【 0 2 2 9 】

また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、DUV（遠紫外）光やVUV（真空紫外）光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドーブされた石英ガラス、螢石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステンシルマスク、メンブレンマスク）が用いられ、マスク基板としてはシリコンウエハなどが用いられる。

## 【 0 2 3 0 】

半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、前述した実施形態の露光装置によりレチクルのパターンをウエハに転写するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

【 0 2 3 1 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、除振ないし制振性能が良好な新たなタイプの防振装置を提供することができるという効果がある。

【 0 2 3 2 】

本発明のステージ装置によれば、振動の発生が極力抑制できるという効果がある。

【 0 2 3 3 】

本発明の露光装置によれば、高精度な露光を実現することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態の露光装置を概略的に示す図である。

【図 2】

図 1 のレチクルステージを示す平面図である。

【図 3】

図 3（A）は、図 1 のウエハステージ W S T の平面図であり、図 3（B）は、図 3（A）の A - A 線断面図である。

【図 4】

ボディの支持に用いられる防振装置を断面して示す図である。

【図 5】

構造物が防振装置により 3 点支持された状態を示す平面図である。

【図 6】

図 6（A）は、ウエハステージに用いられる防振装置の構成を示す断面図であ

り、図 6 (B) は、ウエハテーブルが紙面右側に移動したときの防振装置の状態を示す図である。

【図 7】

図 7 (A)、図 7 (B) は、ウエハステージに用いられる防振装置の変形例を示す図である。

【図 8】

ボディの支持に用いられる防振装置の変形例 (その 1) を示す図である。

【図 9】

ボディの支持に用いられる防振装置の変形例 (その 2) を示す図である。

【図 1 0】

図 1 0 (A)、図 1 0 (B) は、ボディの支持に用いられる防振装置の変形例 (その 3、その 4) を示す図である。

【図 1 1】

ボディの支持に用いられる防振装置の変形例 (その 5) を示す図である。

【図 1 2】

第 2 の実施形態に係る防振装置の構成を示す断面図である。

【図 1 3】

第 3 の実施形態に係る防振装置の構成を示す断面図である。

【図 1 4】

第 4 の実施形態に係る防振装置の構成を示す断面図である。

【図 1 5】

第 5 の実施形態に係る防振装置の構成を示す断面図である。

【図 1 6】

第 5 の実施形態に係る防振装置の変形例を示す図である。

【図 1 7】

従来の防振装置を説明するための図 (その 1) である。

【図 1 8】

従来の防振装置を説明するための図 (その 2) である。

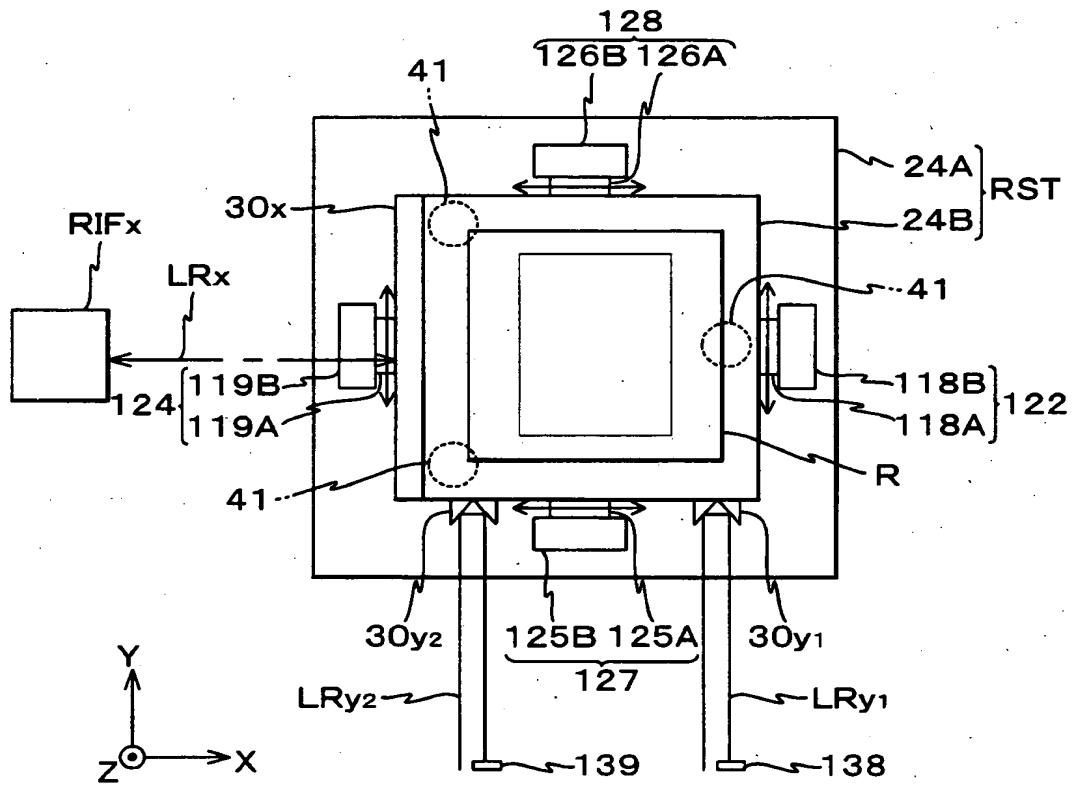
【符号の説明】



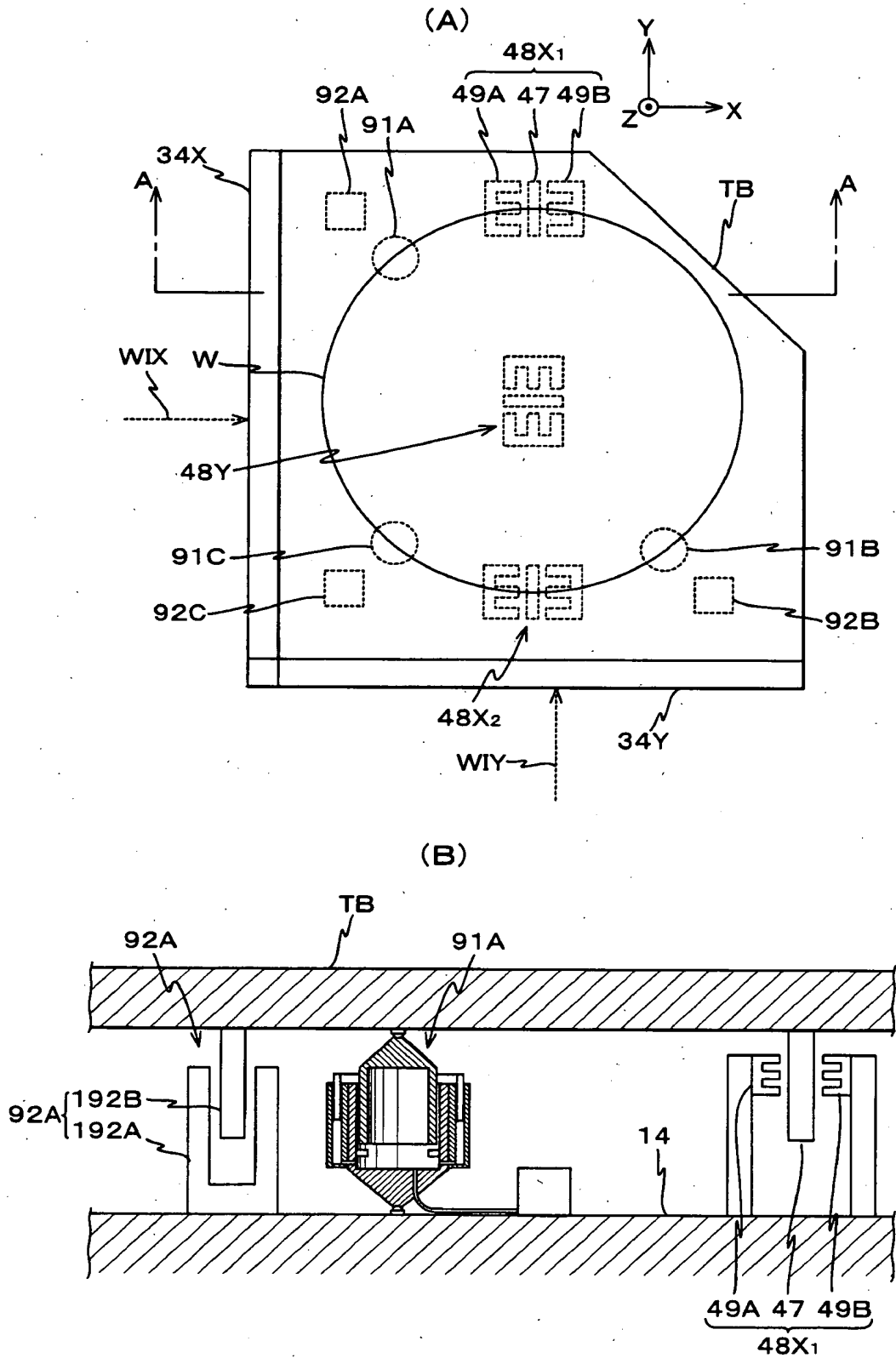
1 4 … X Y ステージ（ベース部材、ステージ）、2 9 … ウエハステージ定盤（物体ステージベース）、3 1 … 防振装置、3 3 … レチクルステージ定盤（マスクステージベース）、4 8 X<sub>1</sub>, 4 8 X<sub>2</sub>, 4 8 Y … E I コア（第 1 の微小駆動機構）、5 0 … 本体コラム（ボディ）、6 1 … ハウジング、6 2 … 保持部材、6 2 a … 保持部、6 2 c … 受圧部、6 2 b … 軸部、6 3, 6 3 a … ダイアフラム（第 1 の弾性部材）、6 3 b … ダイアフラム（第 2 の弾性部材）、6 9 … 第 1 気体室、7 1 … シリンダ（第 1 シリンダ）、7 2 … ピストン部材（可動装置の一部）、7 3 … 重り部材（可動装置の一部）、7 4 … ボイスコイルモータ（調整装置、電磁アクチュエータ）、7 9 … 第 2 気体室（別室）、8 1 A … 板部材（第 1 底壁部材）、8 1 B … 板部材（第 2 底壁部材）、8 2 … ダイアフラム（弾性部材）、9 1 A ~ 9 1 C … 防振装置、9 2 A ~ 9 2 C … ボイスコイルモータ（第 2 の微小駆動機構）、9 3 … 筒部材（第 1 部材）、9 3 a … 上部筒部材（第 2 筒状部材）、9 3 b … 下部筒部材（第 1 筒状部材）、1 0 0 … 露光装置、1 0 1 … 被支持具（第 1 支持部材）、1 0 2 … 支持具（支持アーム）、1 0 3, 1 0 5 … ボールジョイント（連結機構）、1 0 4 … 被支持具（第 2 支持部材）、1 1 1 A … 第 1 筒状体（筒状体）、1 1 1 B … 第 2 筒状体（保持部材）、1 5 3 … 気体圧力駆動機構（気体圧力駆動機構の一部）、1 5 5 … 電磁レギュレータ（気体圧力駆動機構の一部、気体供給機構）、1 6 2 … 保持部材（第 2 部材、揺動部材）、1 7 1 … シリンダ（第 2 シリンダ）、1 7 2 … ピストン部材（ピストン部）、1 8 1 A … 底壁（棒状部材）、1 8 1 B … 板状部材、1 9 3 … 微小開口、1 9 5 … 圧縮コイルバネ（弾性付勢部材）、2 1 1 A … 第 1 支持機構、2 1 1 B … 第 2 支持機構、I L … 照明光（エネルギービーム）、O B … 構造物（物体）、P L … 投影光学系、R … レチクル（マスク）、R S T … レチクルステージ（マスクステージ）、T B … ウエハテーブル（テーブル）、W … ウエハ（感光物体）、W S T … ウエハステージ（物体ステージ）。



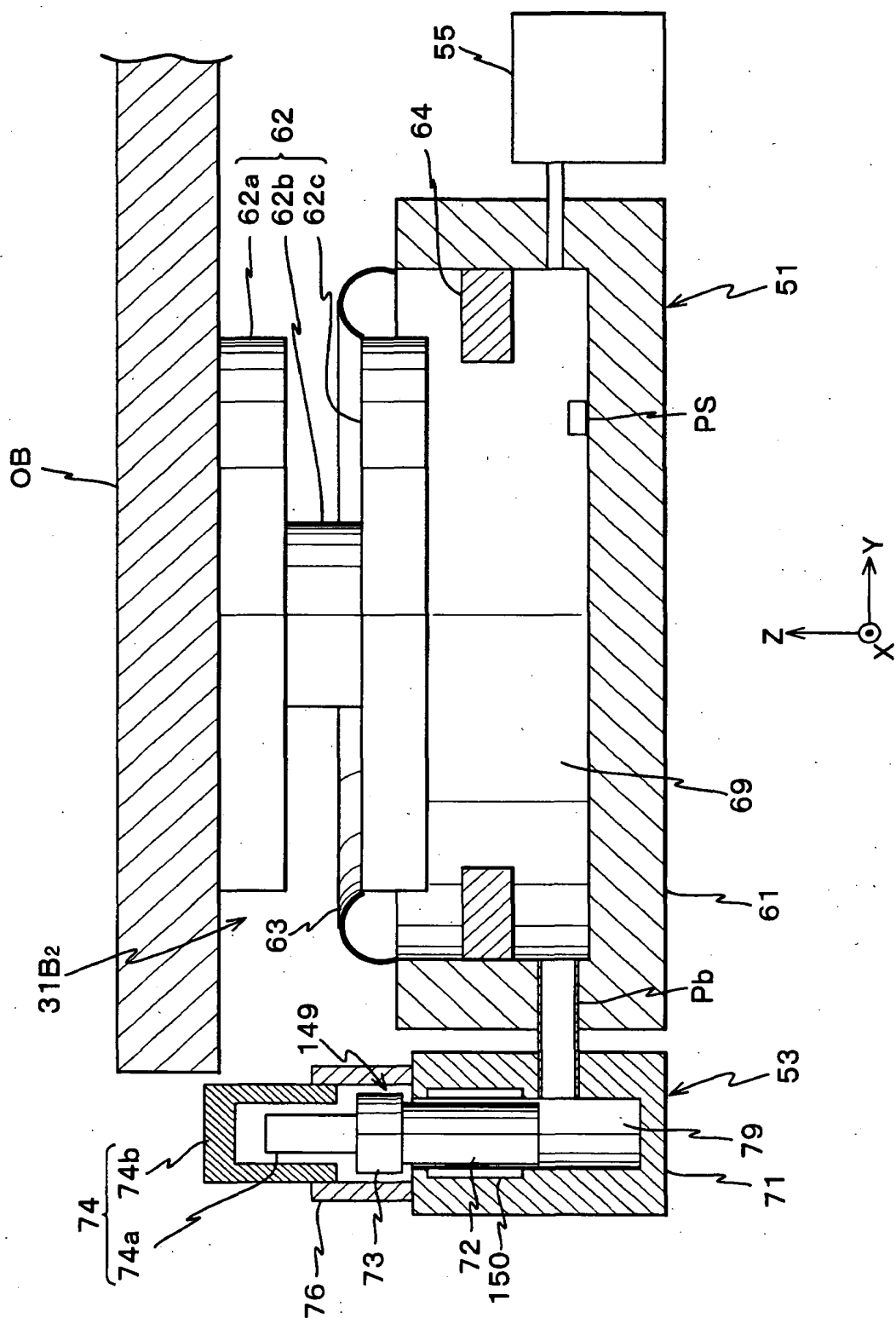
【図 2】



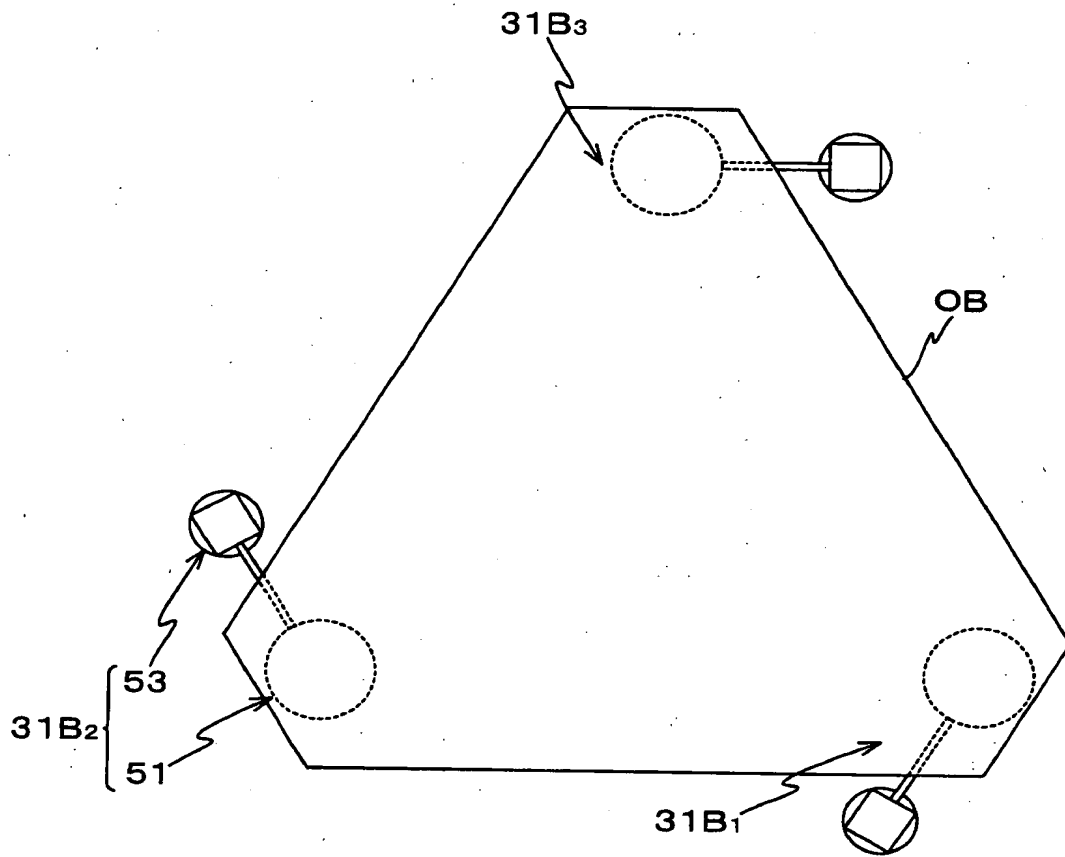
【図3】



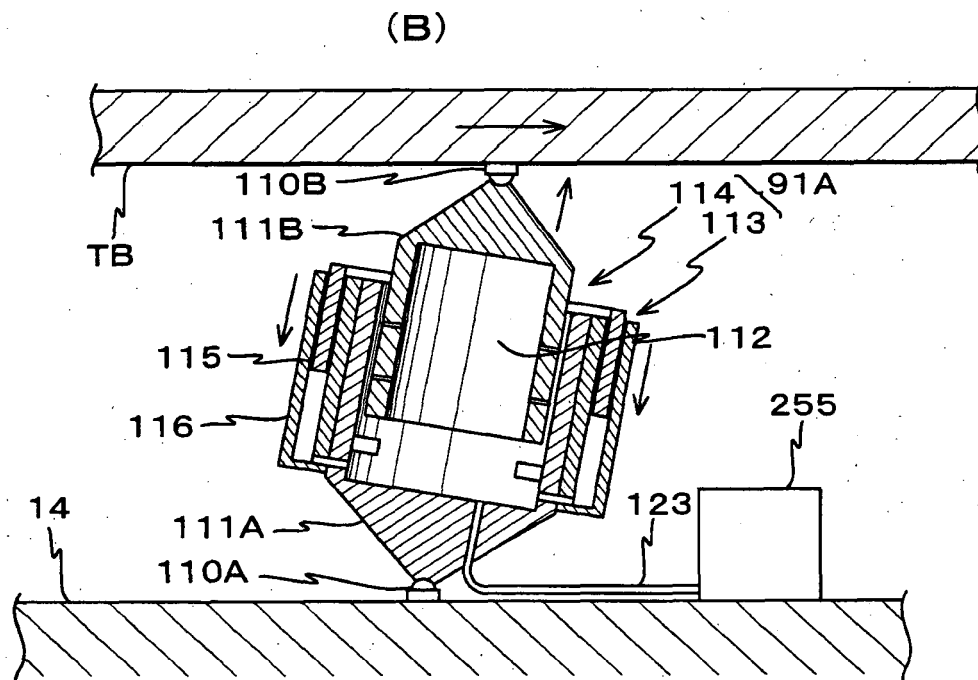
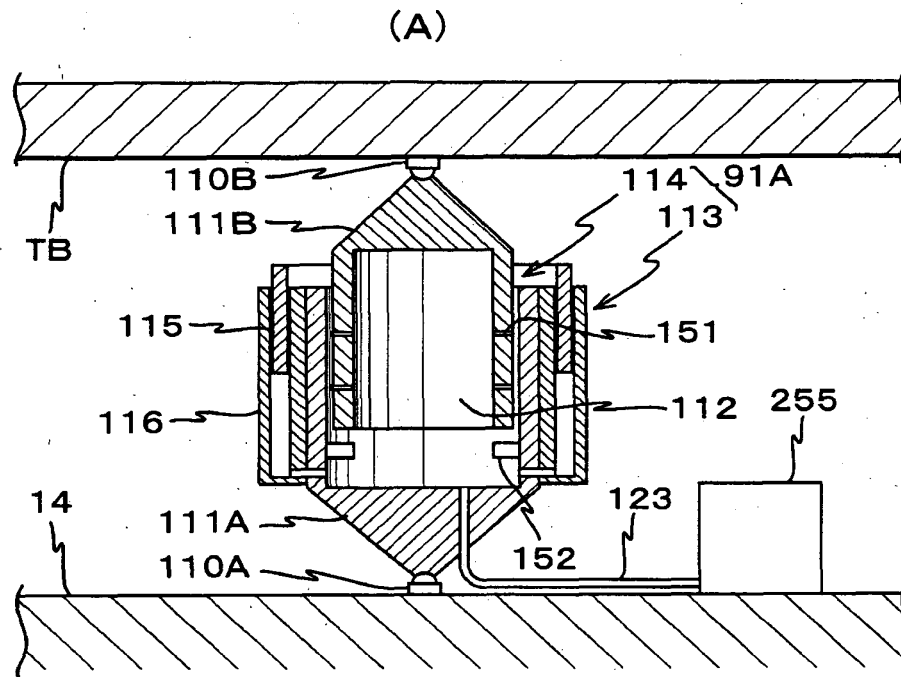
【図4】



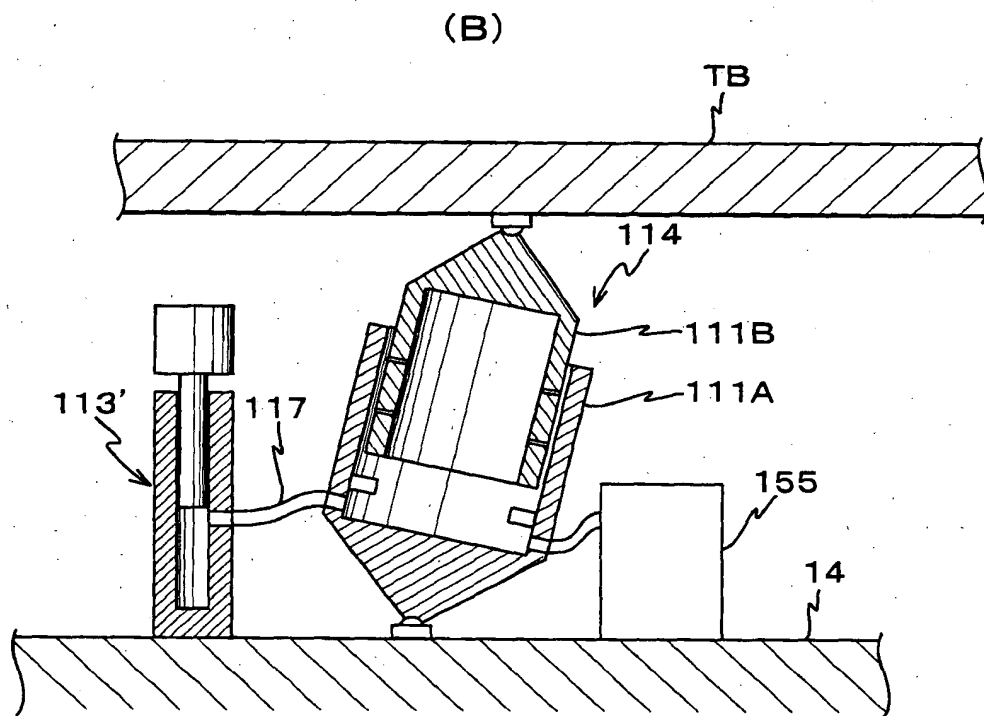
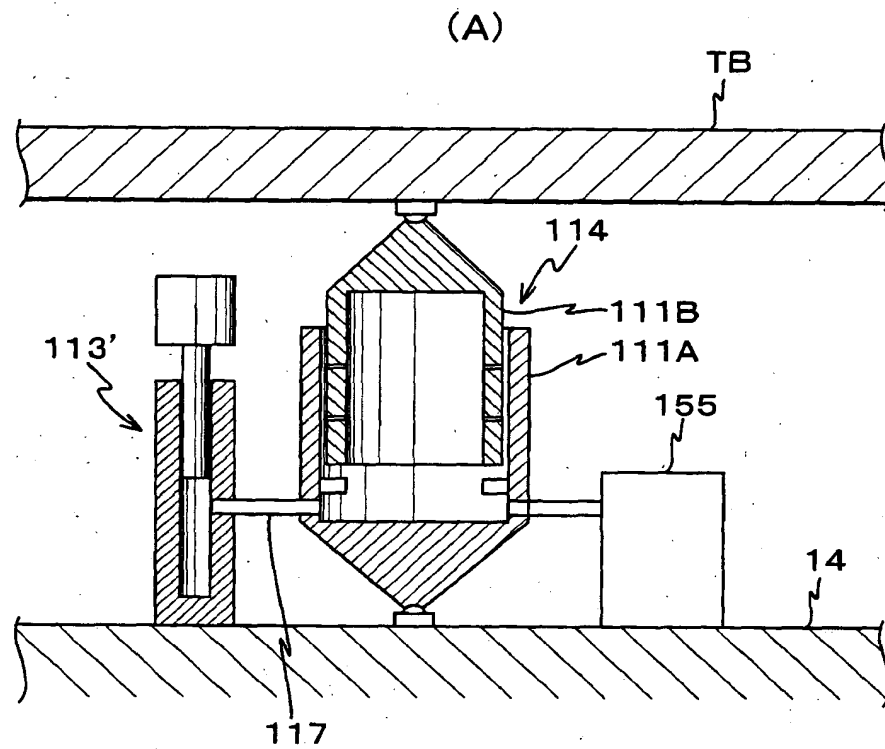
【図 5】



【図6】

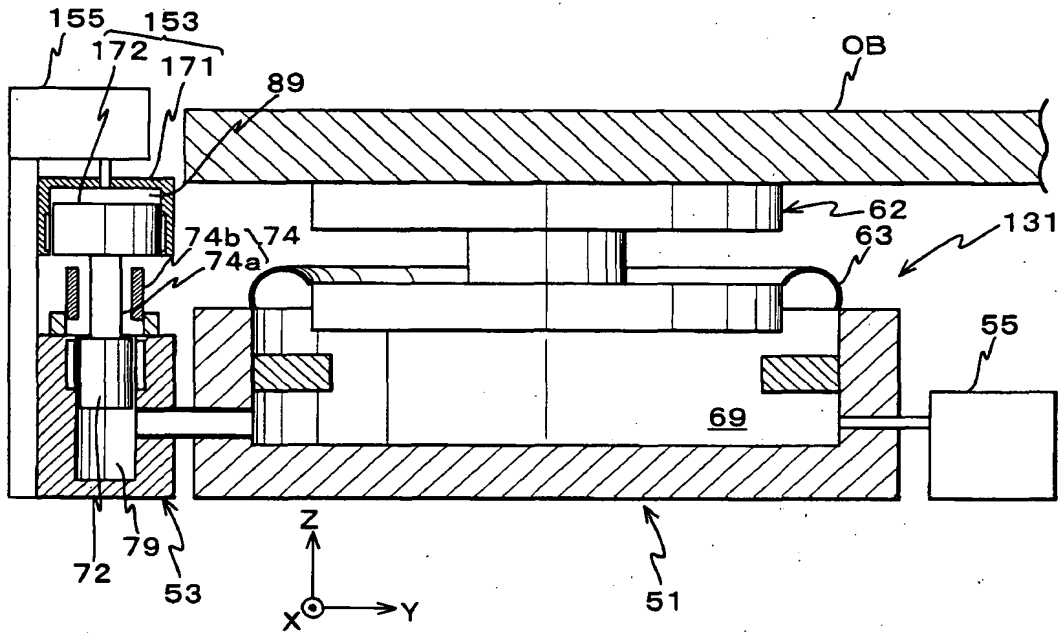


【図7】

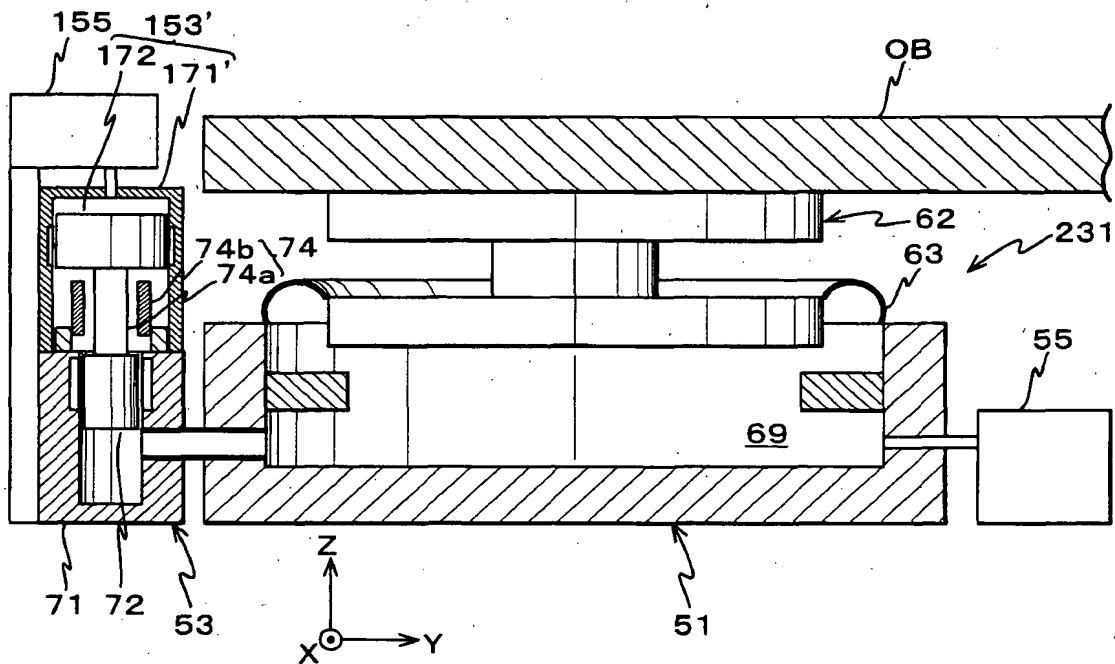




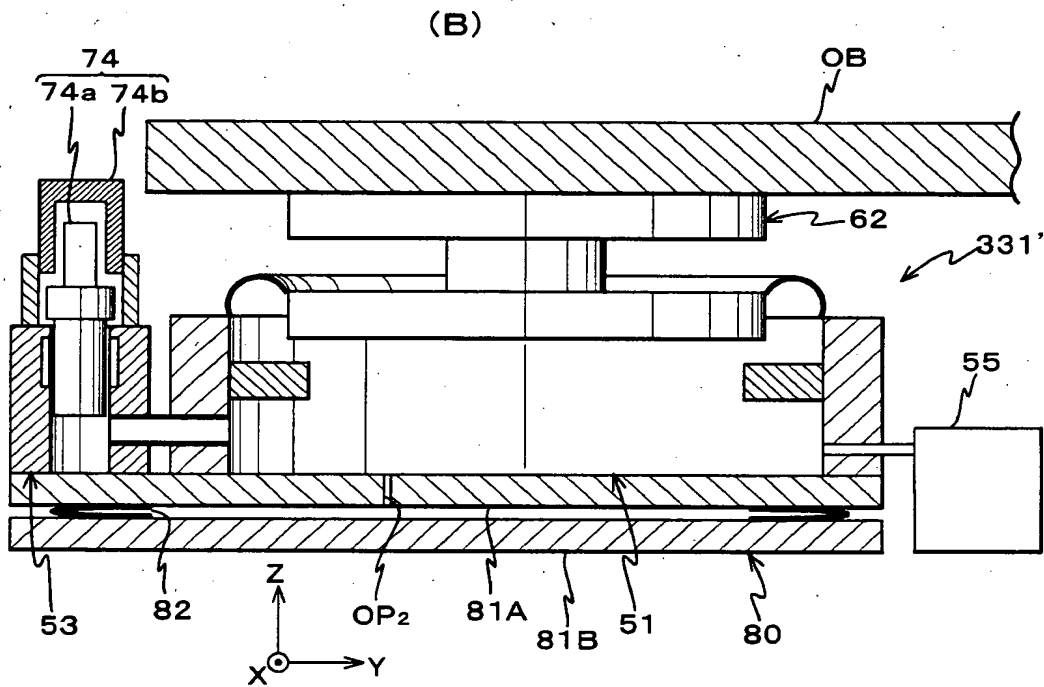
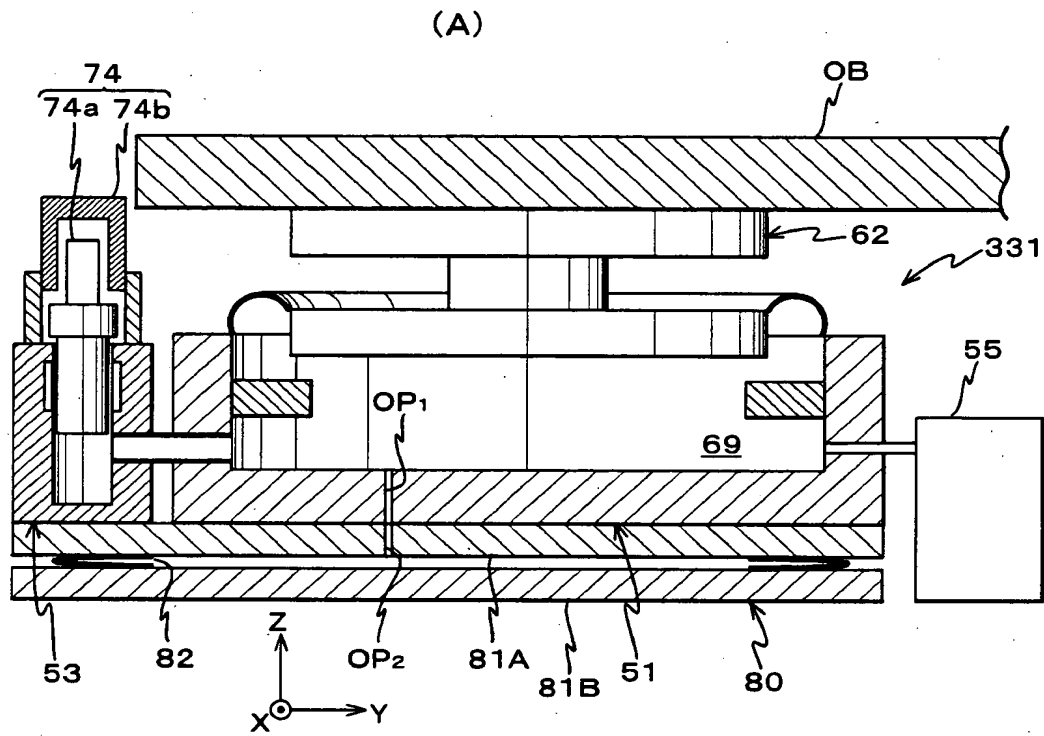
【図8】



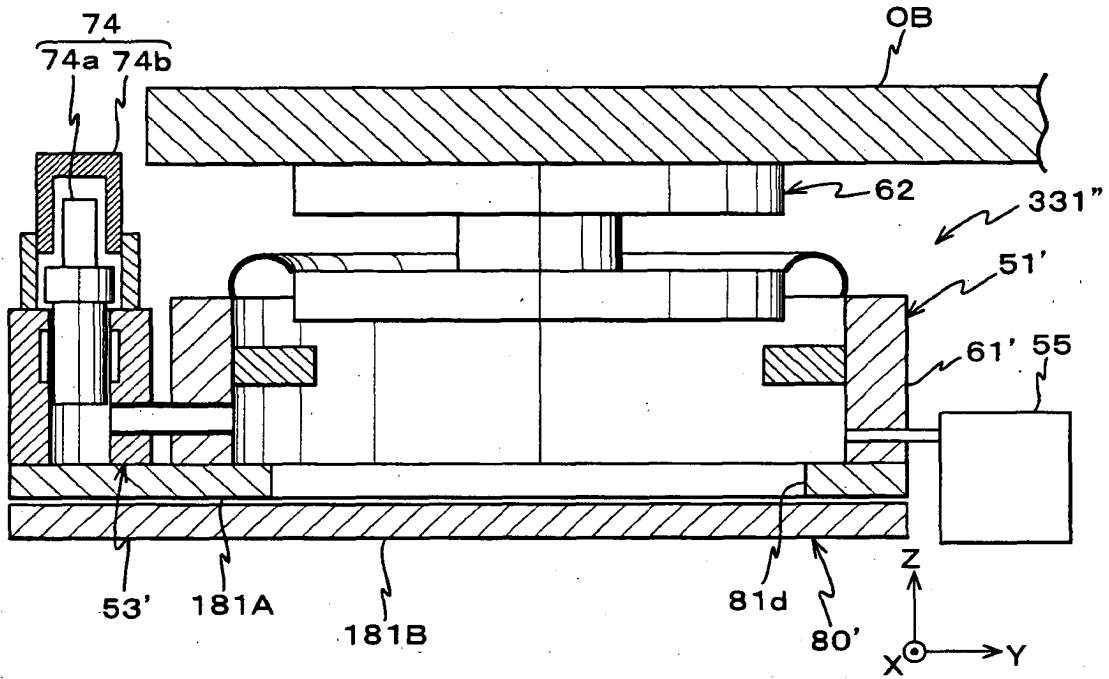
【図9】



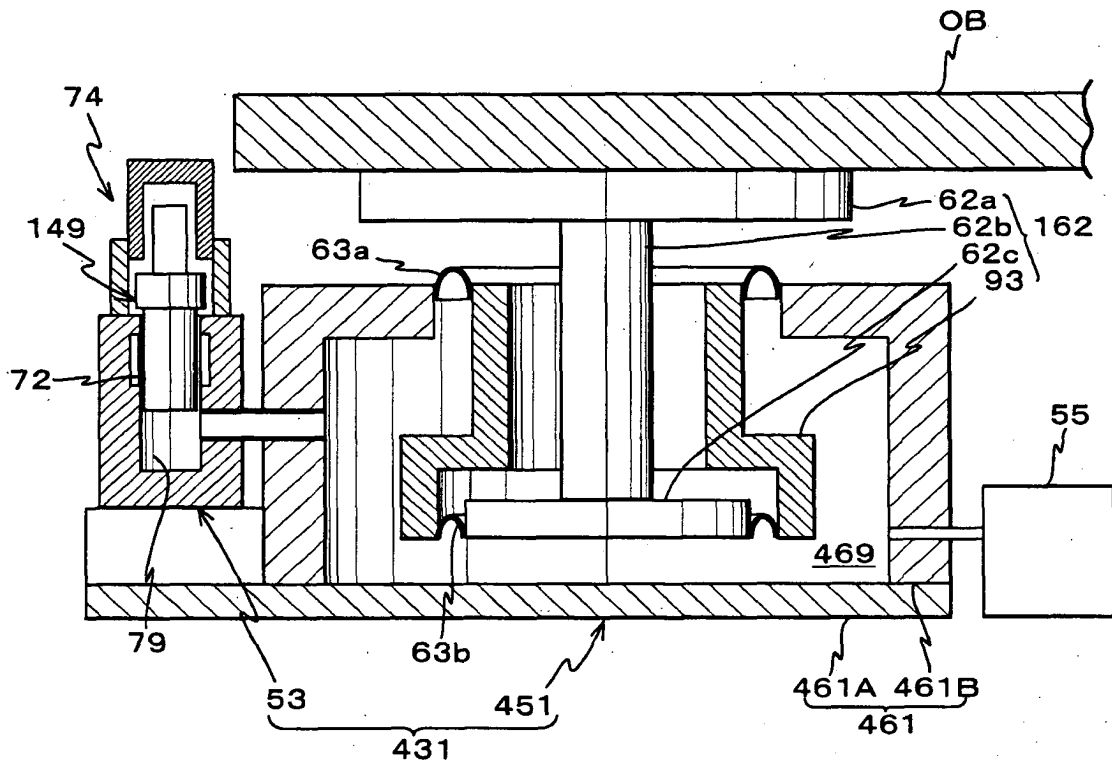
【図10】



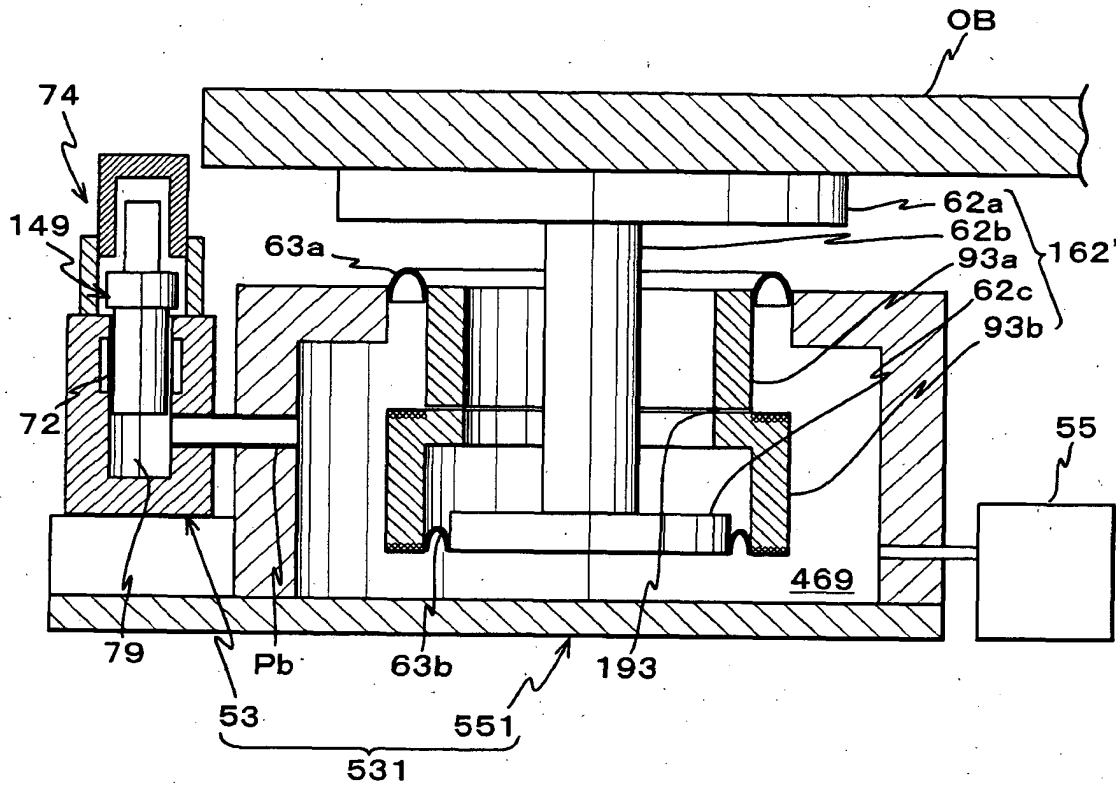
【図11】



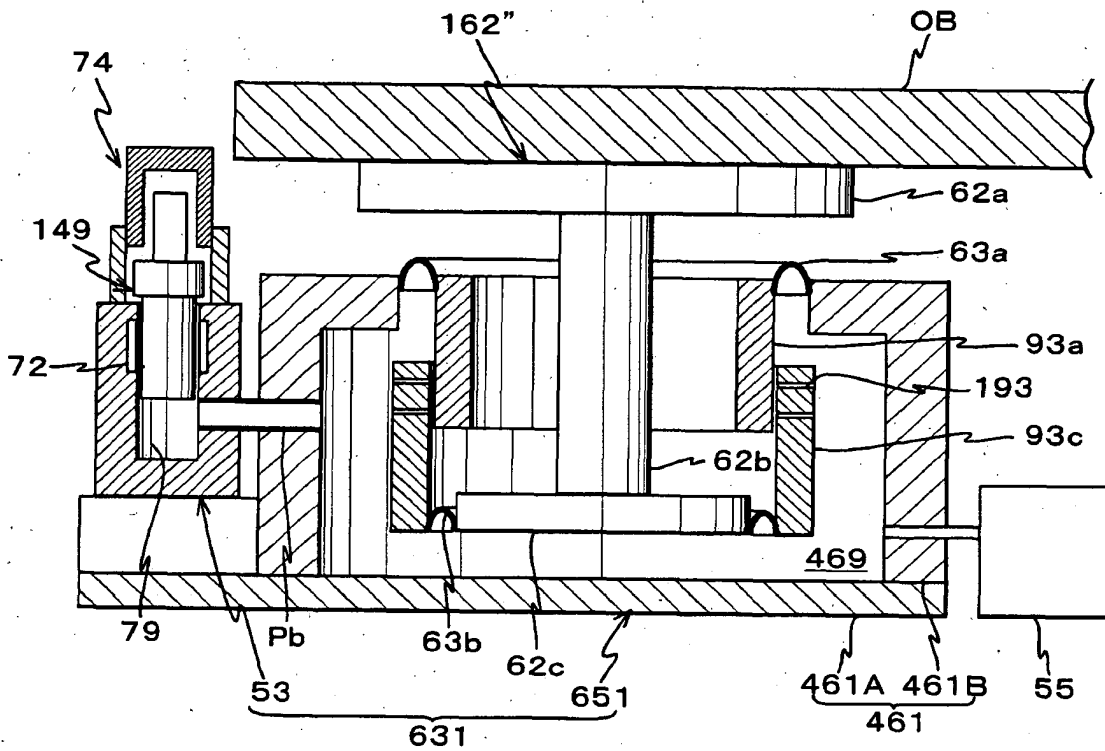
【図12】



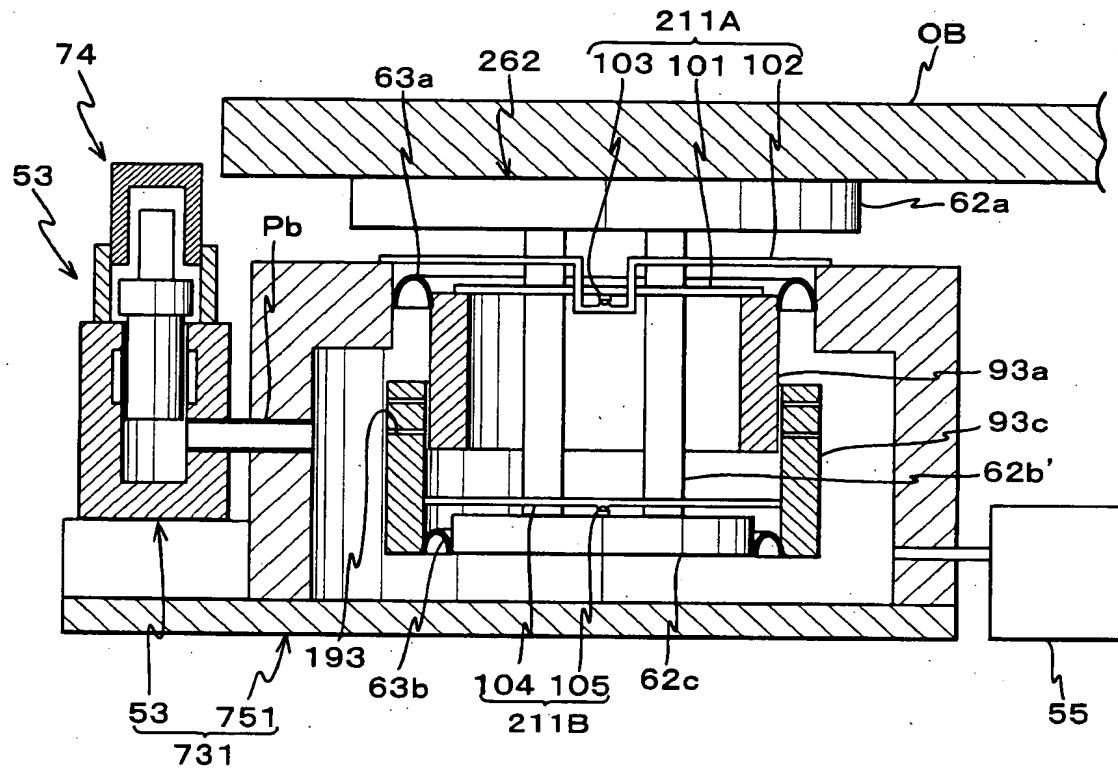
【図13】



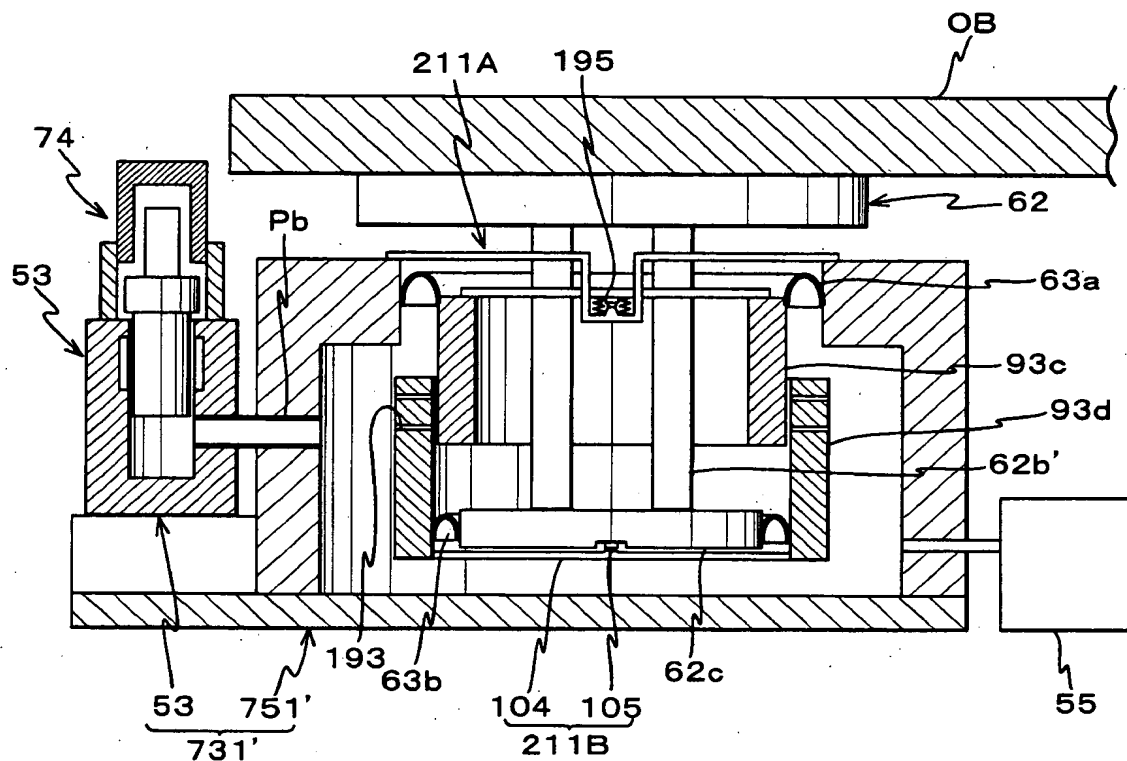
【図14】



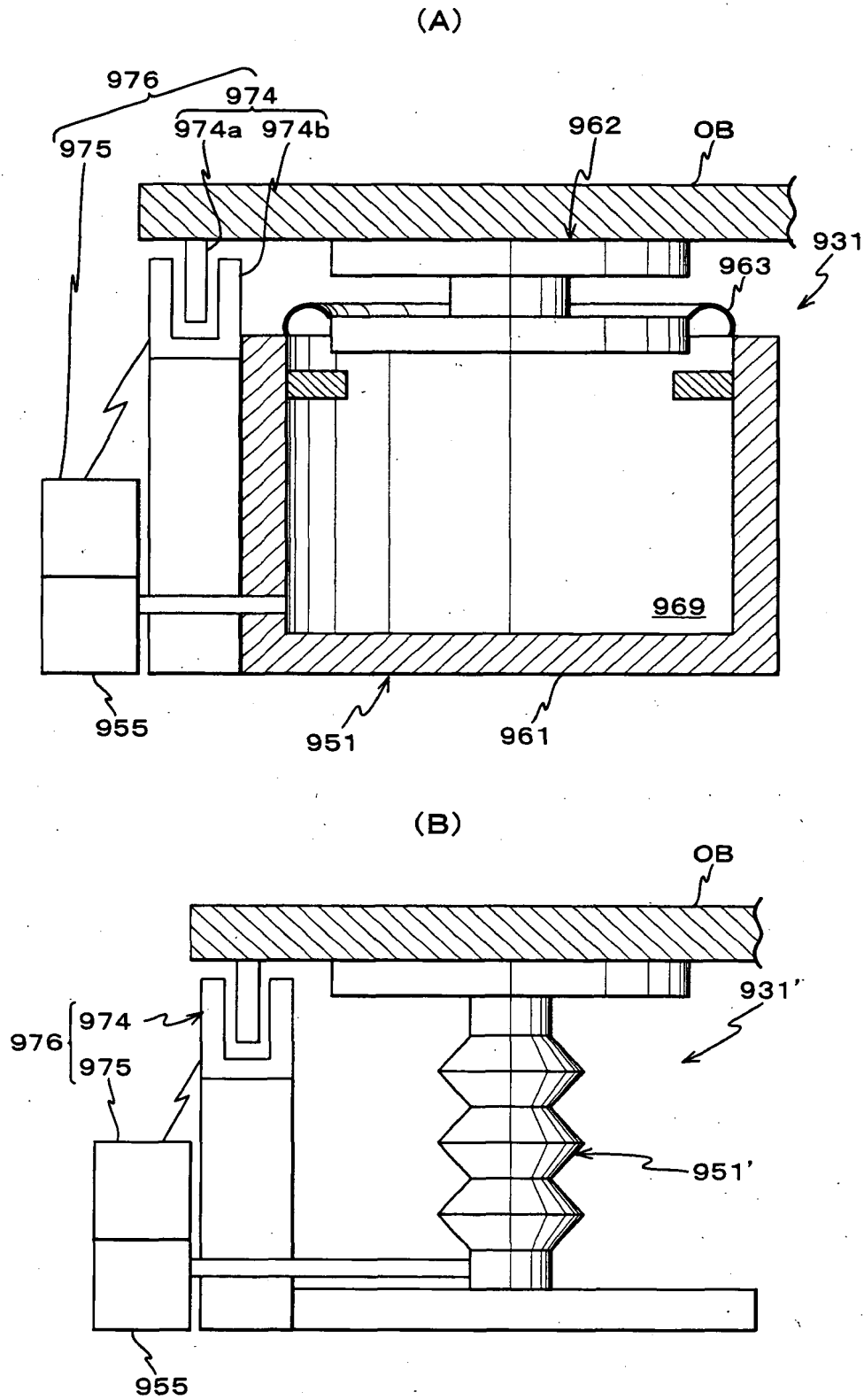
【図 15】



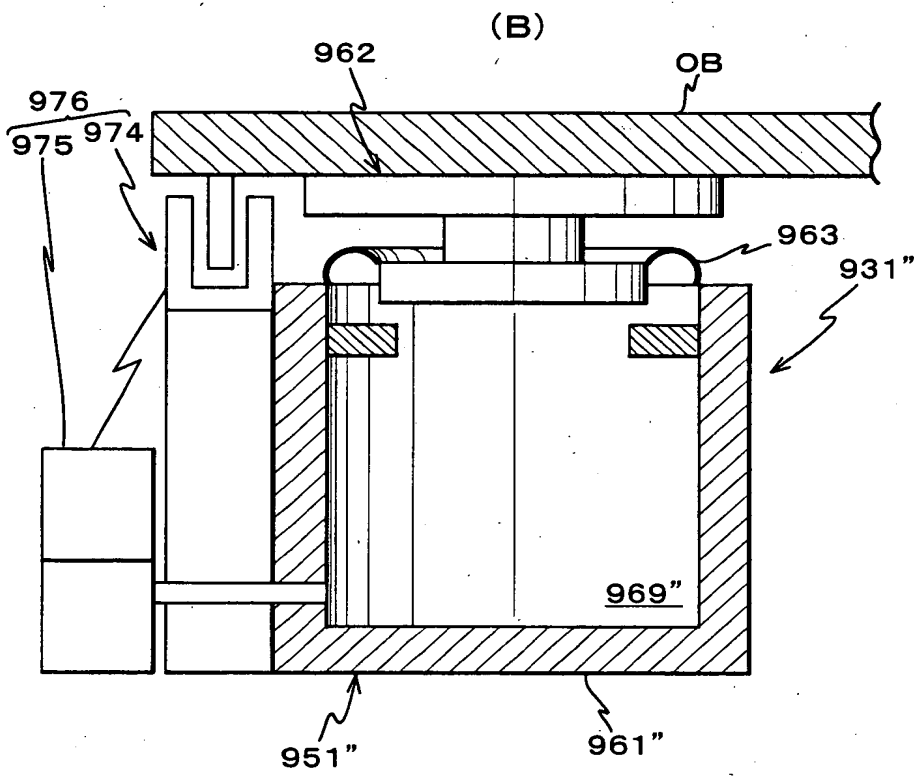
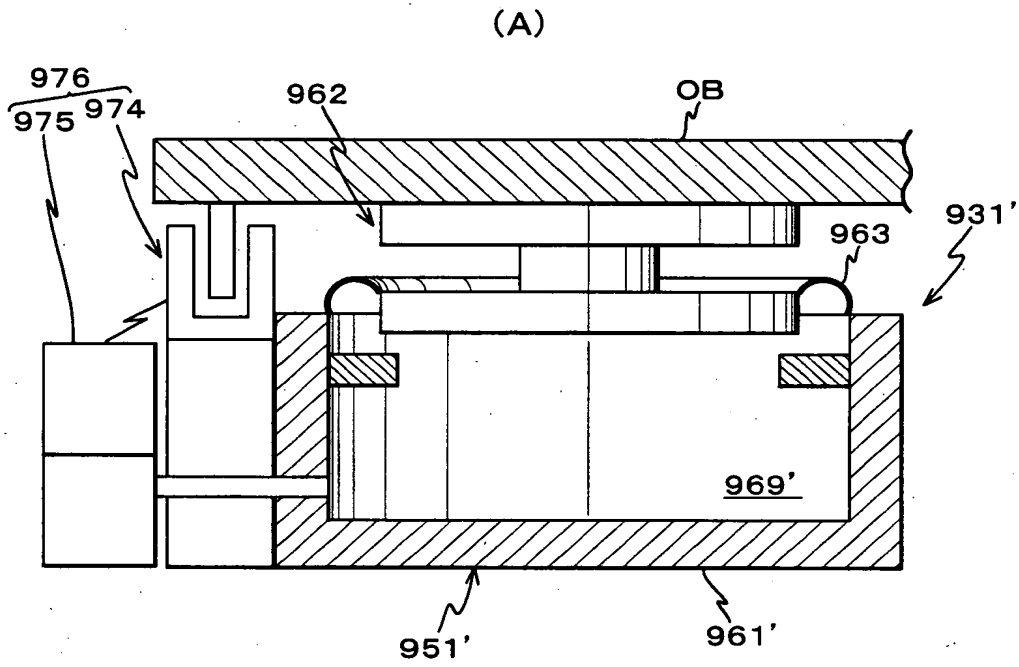
【図16】



【図17】



【図 18】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 除振ないし制振効果を向上させ、かつ装置の小型化を図る。

【解決手段】 第 1 気体室 6 9 の内部気体の圧力により支持対象物 O B の自重が保持部材 6 2 を介して支持され、第 1 気体室と第 2 気体室 7 9 の少なくとも一方の状態変化に基づいて、第 2 気体室の内容積を変化させて第 1 気体室の内容積を変化させる可動装置 1 4 9 を駆動して保持部材の重力方向の位置を調整する調整装置 7 4 を備えている。このため、振動等に起因して保持部材が重力方向に変位した際に、調整装置によって可動装置が駆動されることで、保持部材が元の位置に維持される。また、可動装置を支持対象物と非接触とすることでこれが直接的に支持対象物を変形させることはなく、両気体室の内容積の変化により支持対象物を駆動するのみとすることで、第 1 気体室内の気体の剛性が高くても支障はない。

【選択図】 図 4

特 2002-218157

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-218157
受付番号	50201106248
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 7月29日

### <認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月26日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
氏 名 株式会社ニコン
2. 変更年月日 2003年 4月16日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
氏 名 株式会社ニコン